

云雀 Skylark

轻型无人机LiDAR系统

灵捷高效 | 高精度 | 高点密度 | 长测程



系统介绍

Introduction

► 云雀无人机LiDAR系统

云雀(Skylark)无人机激光雷达系统是北科天绘自主研制的测绘级激光雷达系统。云雀最大测距可达1500米，所发射激光都能获得有效反射，点密度3倍于360°视场的扫描仪，精度支持1:500地形图数据获取。可搭载于各类飞行平台，高点密度支持无人固定翼以百公里以上的时速飞行。广泛用于电力巡检、地形测绘、城市三维、水利勘测、林业普查和地质灾害评估等领域。



01/02

轻型无人机LiDAR系统



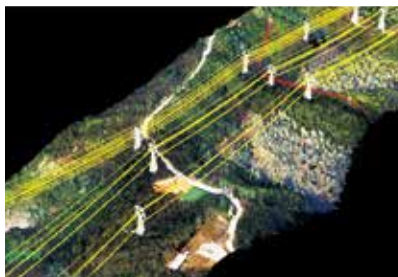
云雀

100%有效点频，完整的侧面轮廓

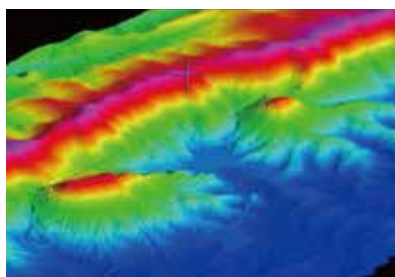


应用领域

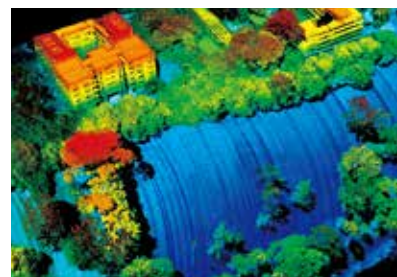
Applications



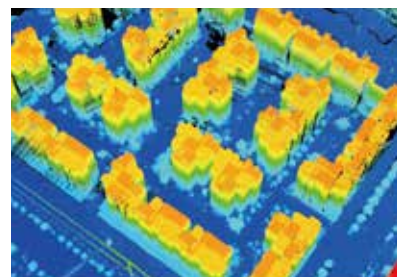
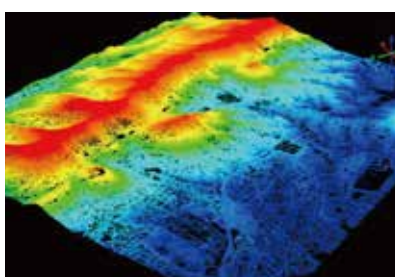
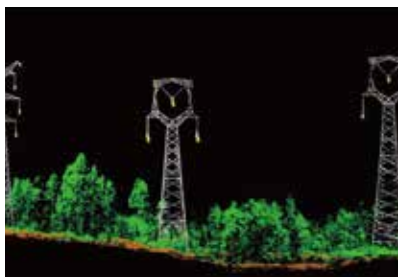
电力巡检



地形测绘



城市三维



飞行平台 Flight Platform

固定翼无人机



油动无人直升机



多旋翼无人机



有人直升机

有人三角翼

电动无人直升机

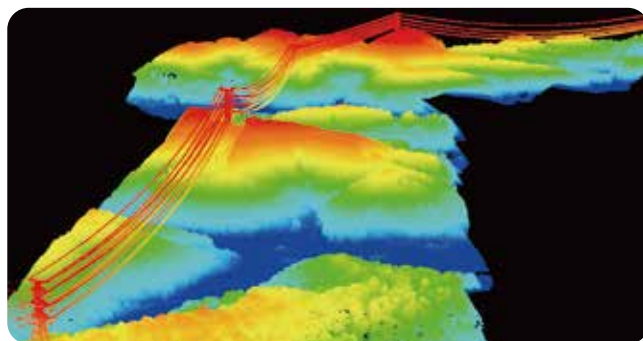
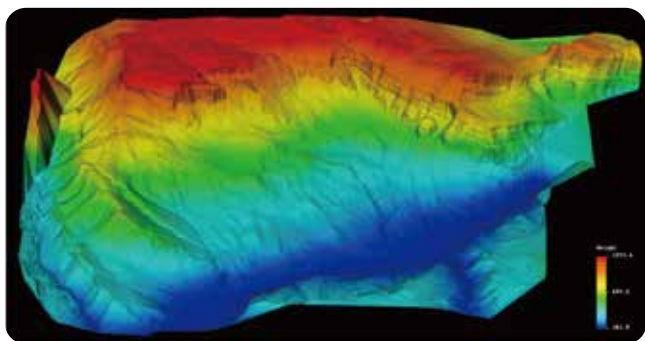




电动垂直起降固定翼

电动垂起固定翼，负载续航 120 分钟

高点频	100 km/h 巡航，点密度 54 pts/m ²
高精度	高程中误差优于 5 cm，满足 1:500 比例尺测图
长测程	最大测距 1500 m，典型作业航高 100~700 m
高效率	单架次作业面积可大于 50 km ²



油电垂起固定翼，负载续航 240 分钟

高点频	100 km/h 巡航，点密度 54 pts/m ²
高精度	高程中误差优于 5 cm，满足 1:500 比例尺测图
长测程	最大测距 1500 m，典型作业航高 100~700 m
高效率	单架次作业面积大于 200 km ²



油电垂直起降固定翼



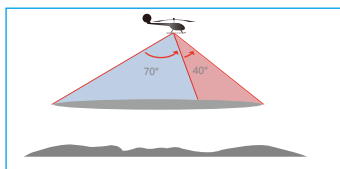
产品特点

Characteristics

01

大视场、长测程

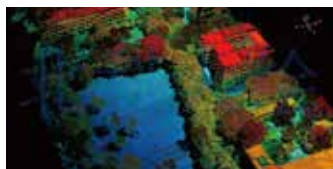
70°×40°扫描视场角，航带宽是航高的1.4倍，最远探测距离1500 m，典型作业高度100~700 m



02

高点频、高点密度

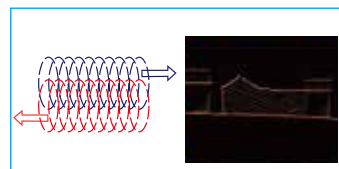
100万点/秒，点密度优于100 pts/m² @飞行高度200 m



03

倾斜椭圆扫描

100%有效点频，无浪费点，完整的侧面轮廓，类似倾斜摄影的效果



04

模块化集成，可灵活配置

适配各种相机，可集成高光谱、红外、紫外等传感器



05

一键启动、可插拔SD卡

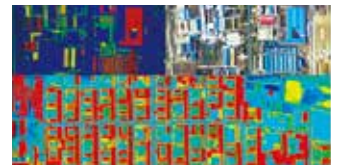
智能航线规划，一键式上电启动内置可插拔式U盘存储，方便拷贝和转移数据



06

影像、数据同步获取

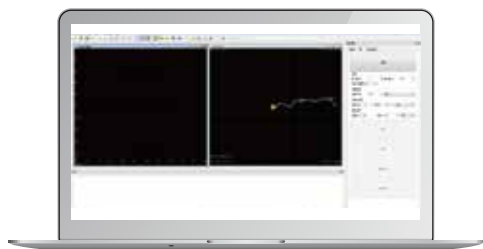
系统集成微单相机，一次飞行可同时获取激光点云和影像数据，并能够提供每张影像的高精度外方位元素数据，便于后期影像拼接



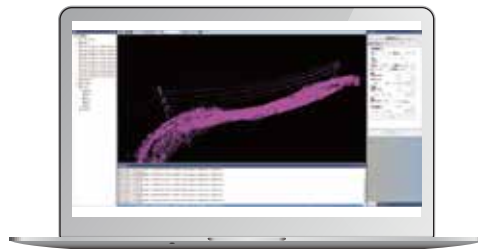
配套软件

Software

飞行管理软件 SS-NAV & 数据预处理软件 StarSolve



飞行管理软件SS-NAV



数据预处理软件StarSolve

自主知识产权

飞行管理软件主要功能：

- | | | |
|-------------|-----------|-----------|
| 01 航线规划设计 | 02 系统参数控制 | 03 工作状态监控 |
| 04 点云实时显示 | 05 飞行员导航 | 06 飞行轨迹管理 |
| 07 相机曝光同步监控 | 08 航线自由切换 | 09 自由点返航 |
| 10 LOG日志记录 | | |

数据预处理软件主要功能：

- | | | |
|------------|---------------|---------------------|
| 01 点云数据解码 | 02 扫描仪坐标系点云解算 | 03 激光+轨迹大地坐标系点云融合解算 |
| 04 点云滤波、去噪 | 05 点云浏览显示 | 06 相机文件制作 |
| 07 点云格式转换 | | |



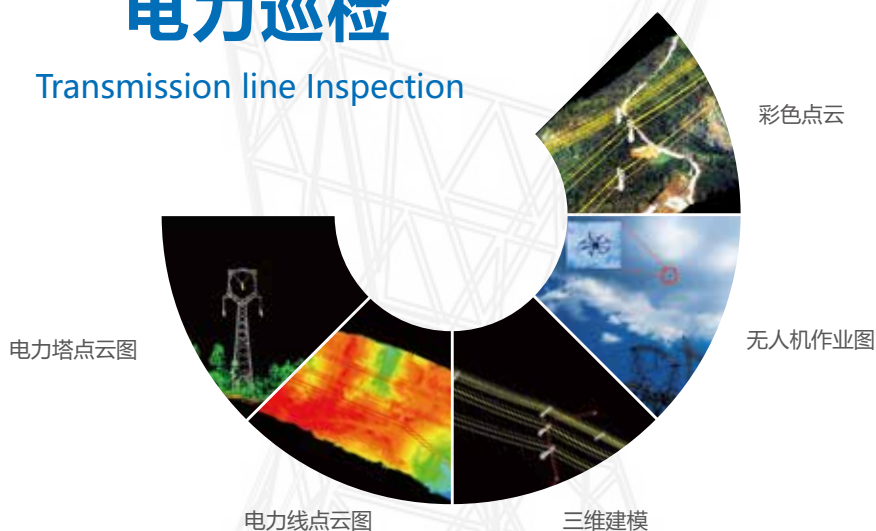
电力巡检

Transmission line Inspection

目前我国110KV以上的输电线路总长超过120万公里，电力巡检需求量大。有人直升机电力巡检成本高昂，迫切需要高可靠、高效率、低成本的替代方案。云雀以其轻便灵活的作业方式、高点密度的激光数据、完美的杆塔描绘、卓越的植被穿透能力，成为电力线路巡检最高效经济的解决方案。

电力巡检

Transmission line Inspection



激光巡检与影像巡检的区别

01 目的不同：影像巡检是发现已有缺陷，激光巡检是发现潜在危险点和获取真三维数据

02 精度不同：影像不能精确给出电力走廊地物的三维信息，激光可以

03 成果不同：激光能即时给出植被、违建的净空区侵犯报告，相机不能

电力巡检

案例 Transmission line Inspection

云雀优势

01 效率高

02 精度高

03 点密度高

04 易操作

05 安全性能高



- 支持80 km/h以上的快速飞行，不需要布设控制点
- 300 m飞行高度，能获取高程精度在5 cm的点云
- 100%有效点频，点密度是360°视场扫描仪的3倍以上
- 零基础人员经过3小时培训，即能快速掌握设备操作技能
- 可在电力线侧上方飞行，安全地获取电力走廊的完整信息

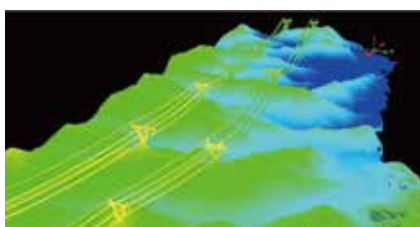
设备准备



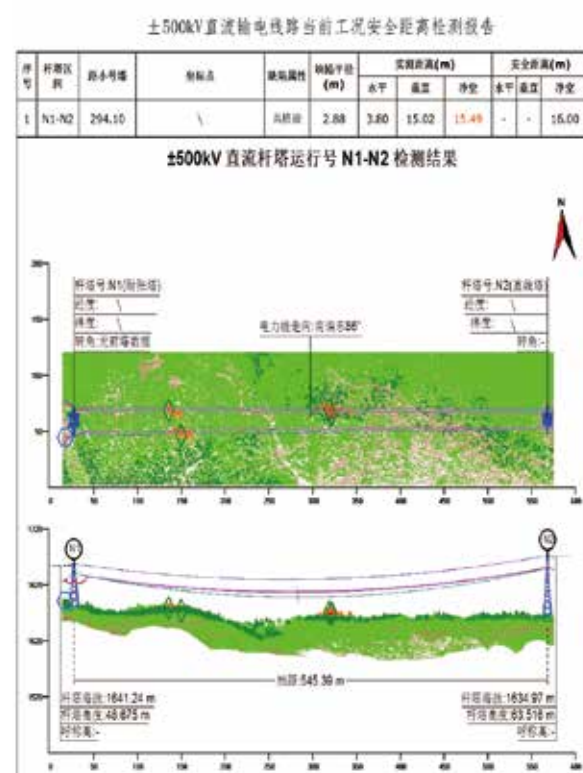
数据采集



数据解算



数据报告（危险点分析）



水利勘测

Water Resources Survey

案例

测区范围：

测区为穿堤水闸工程，边界东西南北各100m，海拔落差为150m左右，长度约为10公里，但是形状极为不规则

任务：

- 测量拟建截洪沟线路沿线带状平面图及横断面、纵断面图，具体范围及线路见附图。
- 平面图比例为1:500、横断面间距为50m，比例为1:200、纵断面顺拟建截洪沟线路，比例为1:500。

提交成果形式：

DWG格式测绘图、蓝图、可编辑测量数据、测量手簿、测量工作照片。



测区划分：

经过踏勘，将测区划分为7个独立区域进行分块飞行。

检核点布设及测量：

基于测区已知控制点，在测区内自行测量多个检核点。



飞行作业数据获取：

01 飞行架次： 8架次

02 飞行高度： 150-250 m

03 点密度： 优于100 pts/m²

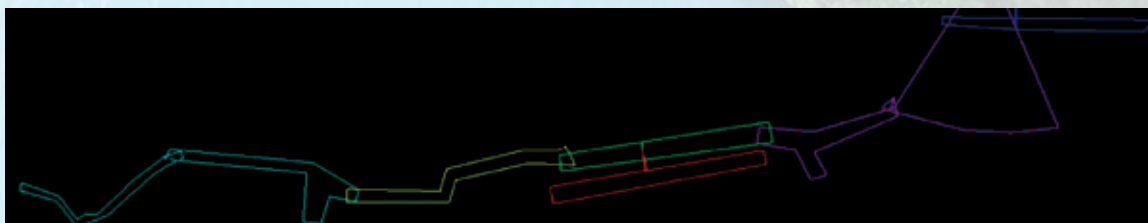
04 影像是否获取： 是

05 获取数据长度： 10 km

水利勘测

案例

Water Resources Survey



飞行航迹文件

成果精度检核：

飞行结束后，在测区的平直路面上测量了100个高程检核点，来检核成果的高程精度；

将高程点导入TerraSolid中检核结果如下：

高程精度：

- 01 均方根误差： 5.7 cm
- 02 标准差： 4.8 cm
- 03 平均误差： 3.2 cm

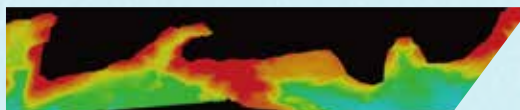
Use	Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz
Q	g146	241330.72	2515962.54	24.360	24.507	+0.147
Q	g153	241252.44	2515942.33	24.850	24.816	-0.034
Q	g155	241215.72	2515943.09	25.074	25.041	-0.033
Q	g162	241093.24	2515944.59	25.773	25.870	+0.097
Q	g156	241197.98	2515943.15	25.171	25.138	-0.033
Q	g150	241299.73	2515940.88	24.556	24.528	-0.028
Q	g148	241309.62	2515960.95	24.526	24.617	+0.091
Q	g154	241233.80	2515942.56	24.961	25.041	+0.080
Q	g157	241180.07	2515942.92	25.265	25.251	-0.014
Average magnitude		0.0454		Average dz	+0.0320	
Std deviation		0.0485		Minimum dz	-0.0340	
Root mean square		0.0573		Maximum dz	+0.1470	

成果展示



数字高程模型

DEM

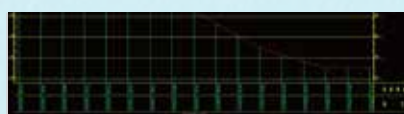


数字高程模型

DEM (局部图)



数字线划图DLG



断面图



数字正射影像图

DOM

云雀
100%有效点频，完整的侧面轮廓



地形测绘

Topography

案例1

云雀让艰辛的外业，变成一场说走就走的旅行

测绘人的日常是扛着RTK或全站仪，风餐露宿，设站打点测量。一些大型工程中，仅外业采集的时间就可能持续数月，荒野之中测量还伴随危险，所以才有“嫁人不嫁测绘郎”之说。有了云雀，不在需要扛着测绘仪器点对点测量，不在因设备获取点数有限漏掉测区细节而被要求返工。

透过重重植被封锁，云雀尽显大地真颜

长沙某测区，地貌：山区，海拔380米，落差100 m，枝叶茂密，人迹罕至，难以窥其大地真面目！



测区局部



搭载多旋翼



测区全局

云雀搭载多旋翼快捷作业回放

外业数据采集：

01 用“SS-NAV”软件进行航线规划设计，航高600 m，飞行速度17 km/h

02 把云雀搭载到八轴旋翼无人机（1分钟内）

03 基准站架设（5分钟）

04 在开阔地带完成GNSS、IMU静止初始化（5分钟）

05 飞行数据采集（15分钟）

06 飞行完成后静止（5分钟）

数据预处理：

01 轨迹解算：轨迹包括姿态和位置信息

02 点云解算：得到WGS-84坐标系下的las点云

03 坐标转换：根据客户需求将成果转换为客户需要坐标系

地形测绘

案例1

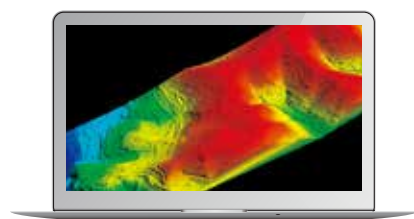
Topography

数据后处理：

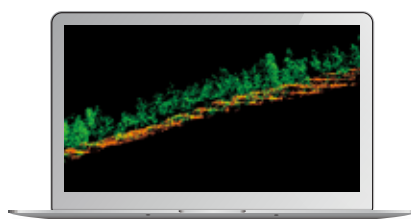
过程包括 点云去噪、点云分类、分块 等；

通过分类可以获取地面点，根据地面点生成DEM、等高线等数据成果。

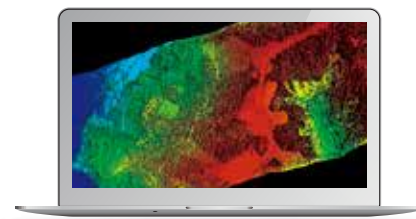
成果展示



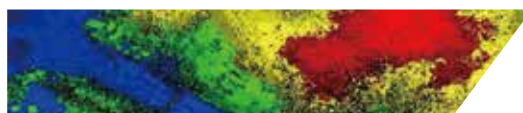
数字高程模型DEM



分类后的点云
(黄色：地面点，绿色：植被点)



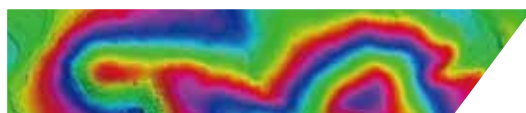
数字地表模型DSM



飞行航高230米左右去除噪点获取
的地表点云数据：每平米75个点



将点云分类去除植被地面点密度：
平均每平方米8个点



根据地面点生成的DEM
(数字高程模型)



网间距1米的DEM
(数字高程模型)



等高线

地形测绘

Topography

案例2

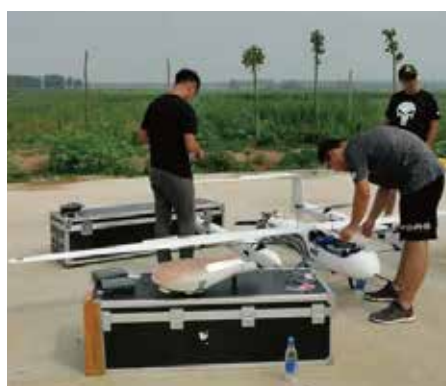
作业前准备

云雀与SD-60B无人机集成

飞机设备舱内加装设备支架，通过减震器将设备支架与上层吊板安装，实现设备在舱体内的吊装；同时在支架顶部设计GPS天线安装座，将GPS天线安装在最顶端。



快速拆装 整体减震



设备调试

飞行概况

飞行面积：28 km²

飞行高度：对地高300 m

航线间隔：230 m

飞行时长：1小时40分钟

飞行速度：110 km/h

航线长度：120 km



地形测绘

案例2

Topography

成果展示

数据质量统计：

点密度：单条带：17 pts/m² / 全区域：34 pts/km²

影像分辨率：0.05 m

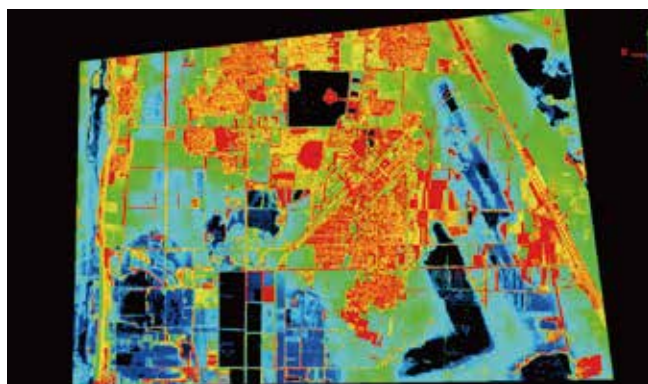
高程精度：0.06 m

作业效率：60 km²/架次

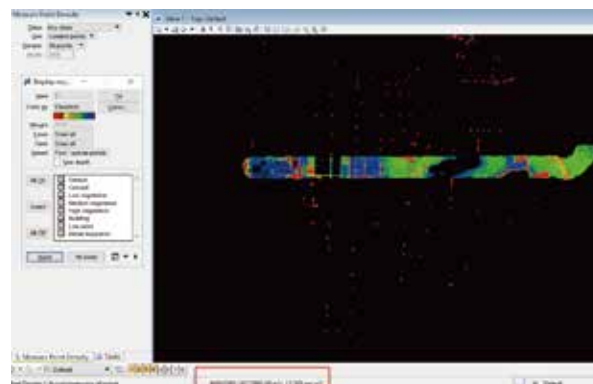
《CHT8024-2011机载激光雷达数据获取技术规范》要求：

- 1:500比例尺测图，点密度≥16点/平方米；
- 1:1000比例尺测图，点密度要求≥4点/平方米；
- 1:2000比例尺测图，点密度要求≥1点/平方米；

满足1：500测图作业要求



原始点云数据



点密度17 pts/m²



彩色点云1



彩色点云2

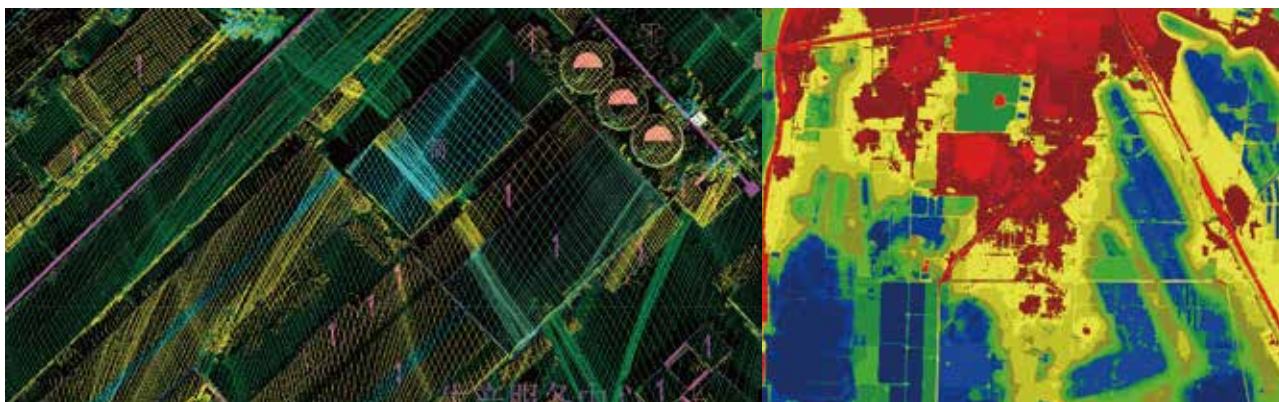
地形测绘

Topography

案例2



正射影像：0.05 米分辨率



和DWG套合精度优于10cm

DEM

高程误差统计表（截取）					
序号	实测坐标			激光高程	高程误差
	Easting	Northing	KnownZ	LaserZ	Dz
20	4878.006	39266.811	41.402	41.5	0.098
21	4877.145	39266.738	41.759	41.83	0.071
22	4877.946	39266.879	42.261	42.26	-0.001
23	4877.242	39266.046	42.651	42.59	-0.061
24	4877.26	39266.762	42.543	42.65	0.107
25	4877.975	39266.119	43.005	43.09	0.085
26	4877.883	39266.837	43.081	43.07	-0.011
27	4877.878	39266.961	43.8	43.78	-0.02
810	4837.002	39281.264	43.957	43.87	-0.087
811	4838.157	39284.839	45.886	45.88	-0.006
812	4838.559	39288.215	46.052	45.99	-0.062
813	4839.921	39294.174	46.835	46.83	-0.005
814	4839.911	39298.509	46.917	46.91	-0.007
815	4839.976	39299.798	46.861	46.82	-0.041
816	4839.318	39299.274	47.044	46.98	-0.064
高程：[VV]=0.079=±Sqrt([VV]/(n))=±0.060(m)					

高程中误差6cm

地形测绘

案例3 Topography



云雀首测双鱼岛

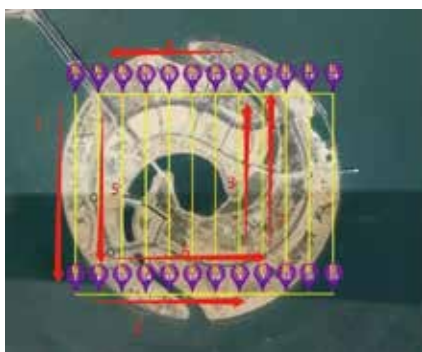
地形测绘

Topography

案例3

飞行参数

飞行高度	200 m
电机转速	3000 转
飞行速度	108 km/h (30 m/s)
航带宽度	280 m
点频	250 kHz
相机参数	定距44 m曝光



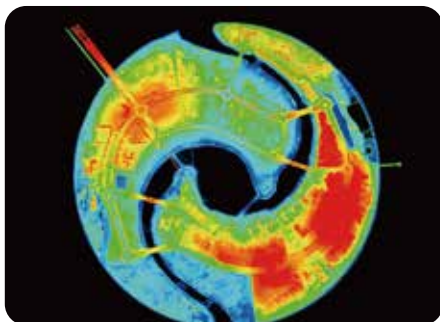
航线规划



准备起飞作业

数据处理

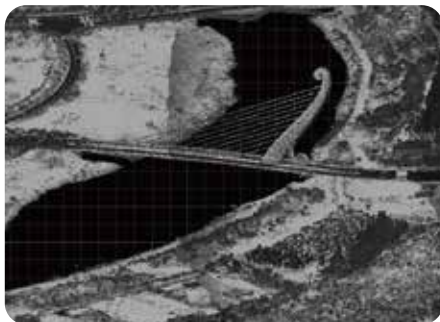
通过北科天绘自主研发的数据处理软件SS-LiPre完成轨迹结算、点云解算、坐标转换、点云去噪、点云分类、分块等工作，最后得出完美的数据成果。



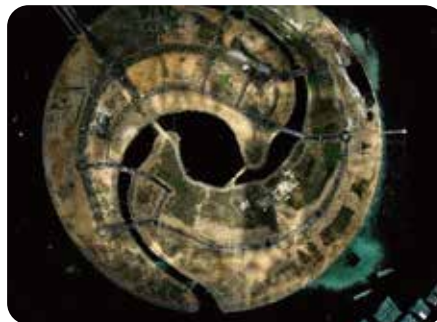
高程显示



正射影像



灰度显示



彩色点云

系统参数

Specification

部件名称	指标参数	云雀
系统指标	典型作业航高	100 - 700 m
	可搭载飞行平台	无人机、有人机
	系统高程测量精度	± 5 cm
	无地面控制测图比例尺	1:500、1:1000、1:2000
	时间同步精度	<1 μ s,包括 GNSS、LiDAR、数字相机和IMU等
	数据存储	可拔插SD卡, 数据源: AK-1500, GNSS和IMU
	作业方式	一键启动
	系统重量	3.5 kg (裸机) / 4.5 kg (标准配置)
	工作温度	-20°C~55°C
AK系列 激光扫描仪	最小探测距离	3 m
	最大探测距离	AK-1500 $\frac{900 \text{ m@20\%反射率}}{1500 \text{ m@60\%反射率}}$
		AK-1000 $\frac{600 \text{ m@20\%反射率}}{1000 \text{ m@60\%反射率}}$
		AK-600 $\frac{300 \text{ m@20\%反射率}}{600 \text{ m@60\%反射率}}$
	激光采样频率	1 MHz
	激光安全等级	Class I
	扫描视角	70°*40°
	扫描方式	倾斜椭圆扫描
	扫描频率	20-100 Hz
	测距精度	10 mm@100 m
	点分辨率	0.006°
	激光回波数	多次回波
组合惯导单元	激光回波灰度级	12 bits
	单独扫描仪重量	<3.3 kg
	IMU类型	SS-CA51
	IMU数据更新率	600 Hz
	GNSS 天线数	1-2
	定位模式	GPS L1/L2、GLONASS L1/L2、BDS B1/B2
	位置精度 (后处理)	平面 $\frac{0.01\text{m (不解锁)}}{0.3\text{m (GNSS信号失锁60秒)}}$
		垂直 $\frac{0.02\text{m (不解锁)}}{0.1\text{m (GNSS信号失锁60秒)}}$
	航向精度 (后处理)	0.009° (不解锁) 0.010° (GNSS信号失锁60秒)
	俯仰精度	0.005° (不解锁) 0.006° (GNSS信号失锁60秒)
	横滚精度	0.005° (不解锁) 0.006° (GNSS信号失锁60秒)
数字相机	相机型号	SS-21mm-F2.8





— 公司分布

— 全球代理

北京北科天绘科技有限公司

地址：北京市海淀区丰秀中路3号院13号楼1层

邮编：100094

电话：159 0128 7240

邮箱：bkth@isurestar.com

网址：www.isurestar.com

北科天绘（合肥）激光技术有限公司

地址：安徽省合肥市包河区中关村智汇产业园A2栋4楼

电话：0551-66167968



公众号