



F₁₀₀₀

飞马智能航测系统
一站式全自动航测解决方案

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。

飞马秉承创新、价值、诚信的核心价值观，为客户提供极佳使用体验、安全、技术领先的无人机产品，志在成为全球无人机行业的领导者。



01	系统特点	
02	系统参数	
03	爆炸图	
04	模块化安装	
05	载荷模块	
06	关键部件	
07	自动驾驶仪	
08	安全机制	21 智航线
09	起降方式	23 智飞行
11	行业应用	25 智检图
13	案例	27 智理图
19	配套软件	29 智拼图
35	平台介绍	31 三维浏览器
		33 智监控
		34 维护

系统特点



Features

全程智能飞行，无操控手无遥控器

手抛自动起飞、智能定点降落

一站式行业软件方案

自动航线设计、飞行监控、飞行数据质检、影像预处理、一键式成果输出

数字身份认证和飞马云管理

特有的无人机实物密钥，支持数据云存储、云共享及飞行云监控

免折叠一次性降落伞

告别叠伞烦恼、安装方便、智能开伞，特有应急开伞机制

支持单人作业，无工具拆装

模块化设计、快装式结构件、作业及携带便捷



系统参数



Parameter

规格参数

材质	EPO+碳纤复合材料
翼展	1.60m
机长	1.10m
起飞重量	3kg
动力方式	电动
巡航速度	60km/h
最大续航时间	1.5小时
测控半径	10km
抗风能力	5级
起飞方式	无遥控器手抛自动起飞
回收方式	无遥控器自动滑降/伞降
实用升限	海拔6000m
分辨率	3cm-30cm
飞行高度	150m-1500m

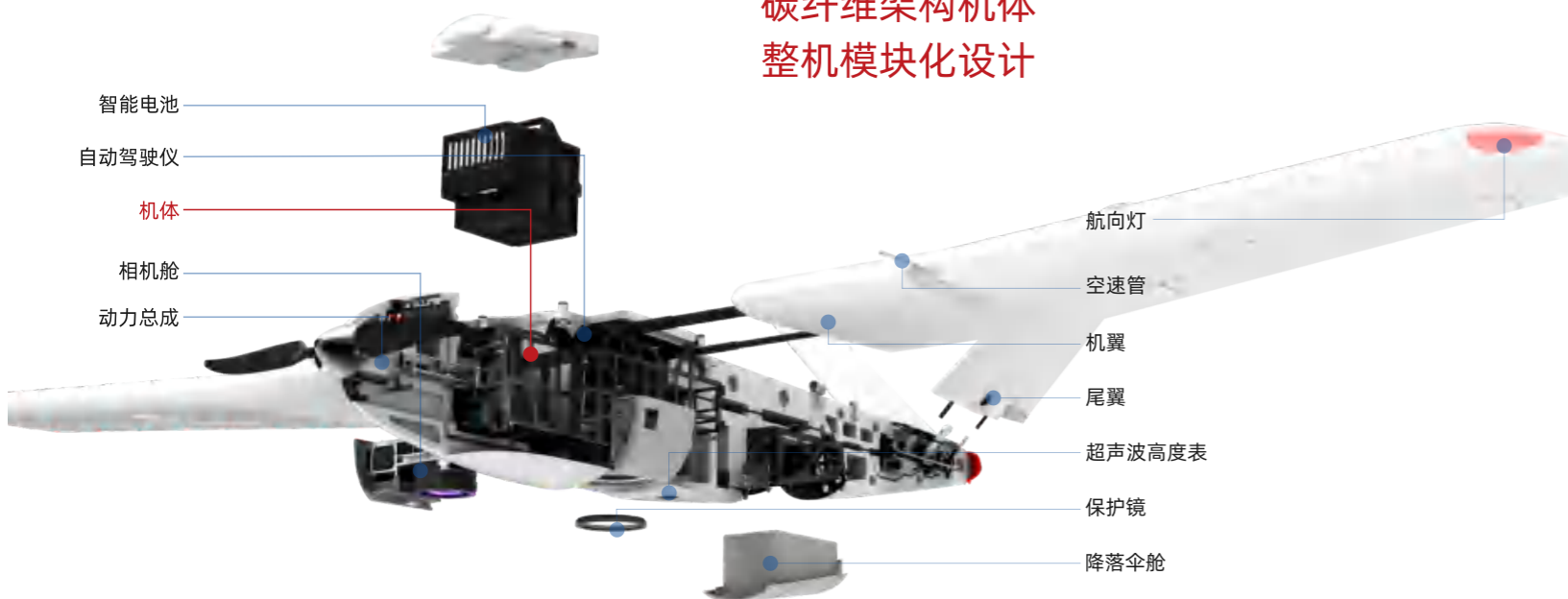
标准配置

F1000电动无人机	1套
索尼 α5100数码相机	1套
F1000地面数传模块	1套
无人机管家专业版(标准版)	1套
F1000智能电池	2套
F1000智能电池充电器	1个
F1000回收伞	4个
F1000作业运输箱	1个

爆炸图

Explosion

碳纤维架构机体 整机模块化设计



智能电池拆装

工业化智能电池模块、单手可快速完成安装。

相机舱快装

精密结构设计的滑动相机舱，相机拆装便捷，双路快门备份。

降落伞舱

模块化伞舱，单手即可安装。

机翼快装

机翼与机身通过快装件连接，便捷、牢靠地固定结构与电子设备。

模块化安装

Install

整机包装

模具化设计、携带方便可靠
长宽高：113X29X55cm
总重量：12.5kg(含内部设备)



载荷模块

Camera load

载荷型号 SONY α6000数码相机
 传感器尺寸 APS-C 23.5mm×15.6mm
 有效像素 2430万
 镜头型号 索尼E20MM-F2.8



作业效率表

GSD	航高	作业面积		备注
		单架次	一天飞行	
(cm)	(m)	(km ²)	(km ²)	
2.4	123	3.35	13.41	F1000+α5100单相机正射 按照1天四架次 单架次60km航程限制 80%×60%重叠度 耕地航线统计
3	153	4.17	16.68	
4	204	5.53	22.12	
5	255	6.89	27.55	
6	306	8.23	32.91	
7	357	9.55	38.20	
8	408	10.88	43.52	
9	460	12.20	48.79	
10	511	13.50	54.00	

关键部件

Key Parts

无人机专用数传电台

由飞马机器人自主创新研发、840.5–845MHZ专用频段、无线电核准委员会认证产品、跳频设计、增强抗干扰能力。



智能电池模块

飞马专用智能电池模块，单手即可完成电池换装。电池使用情况实时监控，一键查看电量，保护电池，避免过充过放风险。



创新性一次性降落伞

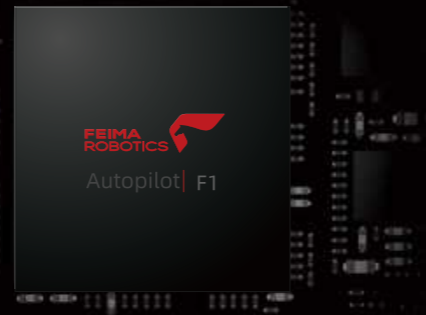
飞马专利产品一次性降落伞，免叠伞、免维护、低成本、适应各种恶劣地形，可应对各种突发情况，保证伞降安全。



自动驾驶仪

Autopilot

“自动驾驶仪”是无人机的飞行控制中枢，能够自主完成预设的飞行任务，并提供全方位多通道的故障保护机制，以应对无人机飞行过程中的各类突发状况，从而实现无人机的安全稳定飞行。



可靠飞行与精度保证

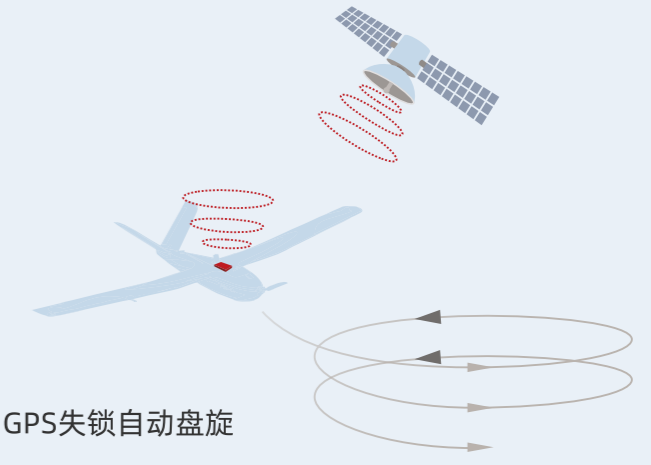
- 高精度动态冗余度航姿检测系统。
- 先进的总能量飞行控制算法。
- 全自动的任务方式，包含起飞、巡航和降落。
- 基于实时操作系统的高可靠任务调度和进程通信。
- 支持多模卫星导航系统（GPS、北斗、GLONASS）信号接收，内置精确的GPS/INS 惯性组合导航算法；内置840.5MHz-845MHz无人机专用跳频电台。

Security

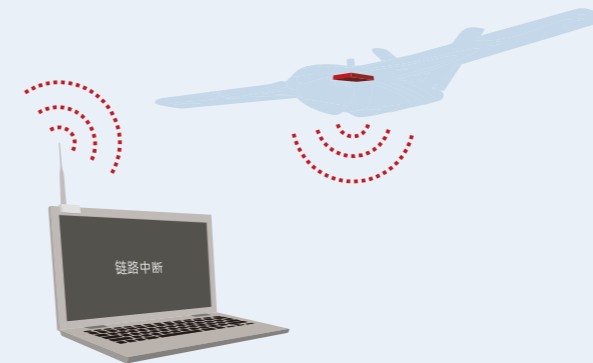
安全机制



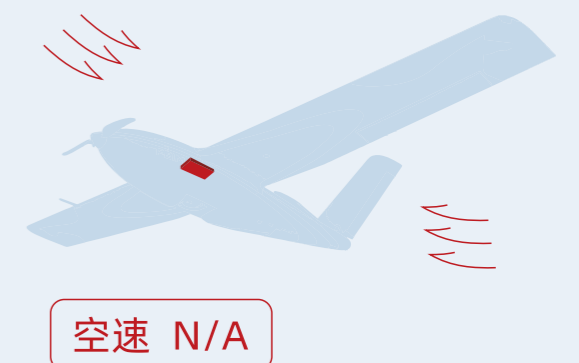
紧急情况自动伞降



GPS失锁自动盘旋



链路中断自动返航



空速异常自动返航

空速 N/A

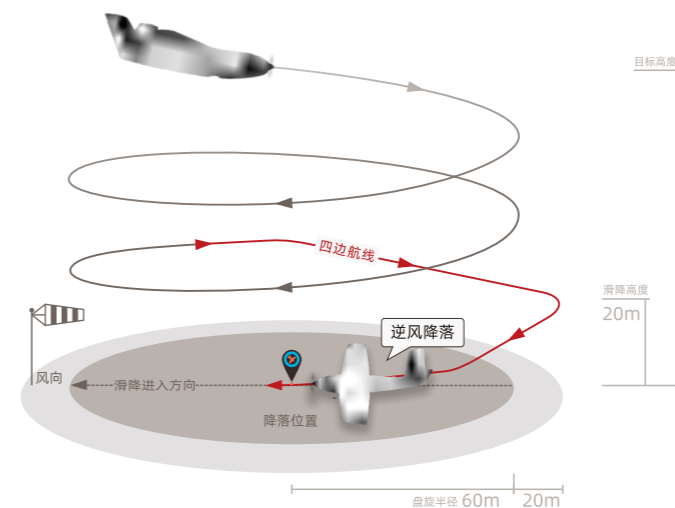


手抛自动起飞

无需专业人员、无需任何辅助装置，轻轻一抛，即可自动起飞。

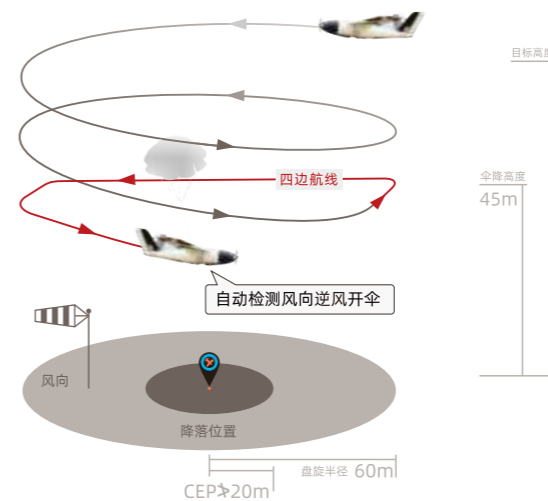
Start and fall

起降方式



自动滑降

无人机保持作业高度不变的情况下到达着陆点上空，并以盘旋的方式降低飞行高度，待无人机相对于地面高度约20米时根据设定向着陆并最终降落到盘旋半径内。

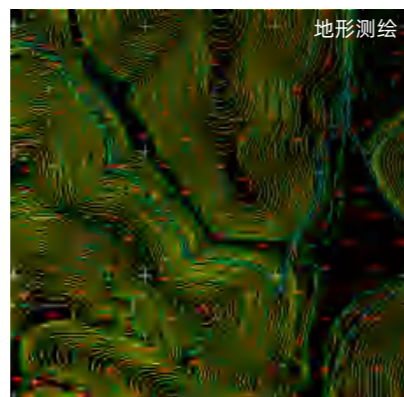


自动伞降

无人机盘旋下降到相对于着陆点约45米的高度，自动计算空中的风速与风向，在高度稳定后选择逆风方向、计算位置并开伞，最终降落到着点附近。



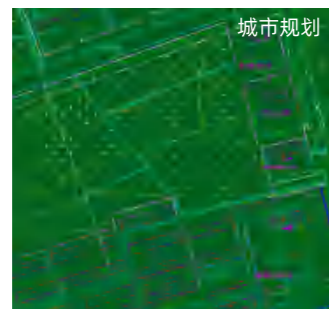
国土监测



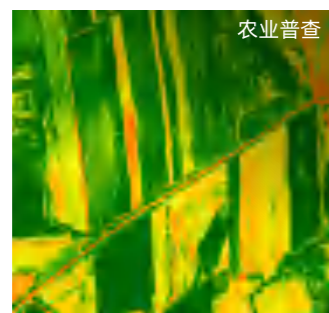
地形测绘



自然灾害评估



城市规划



农业普查



矿山调查



管道巡查



工程测量



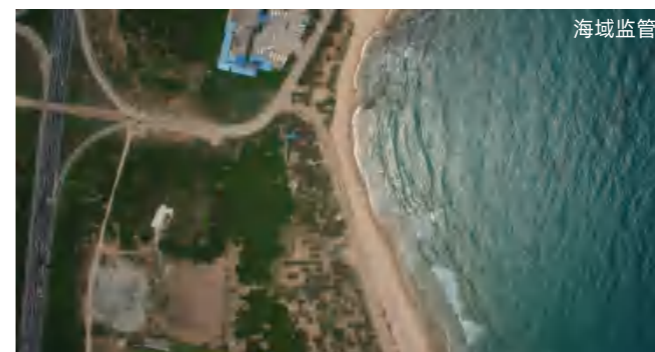
应急救援



电力巡线

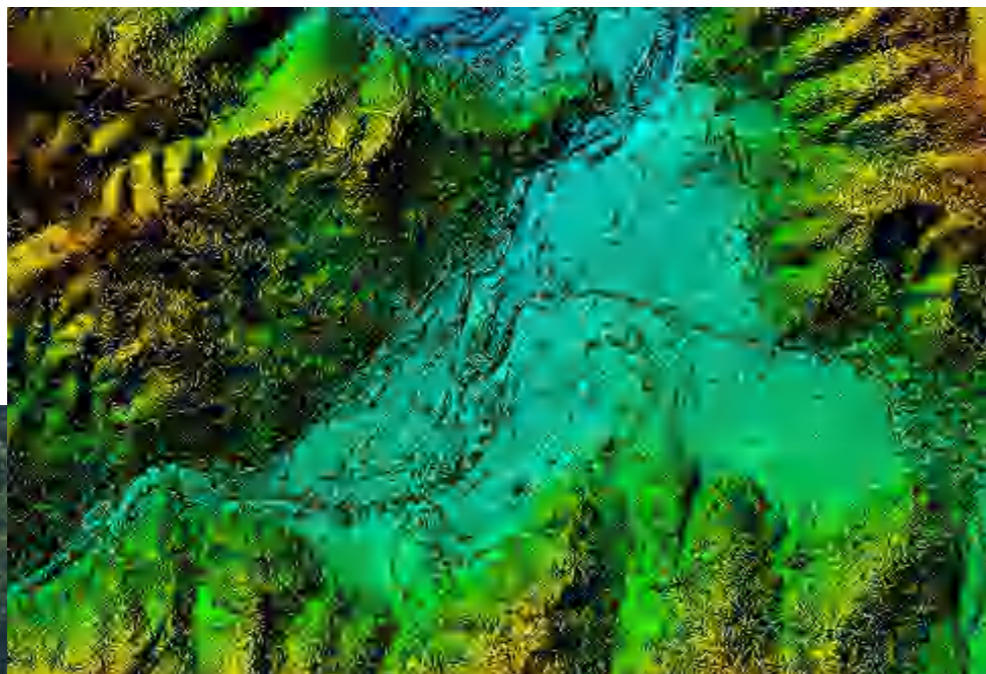


数字城市

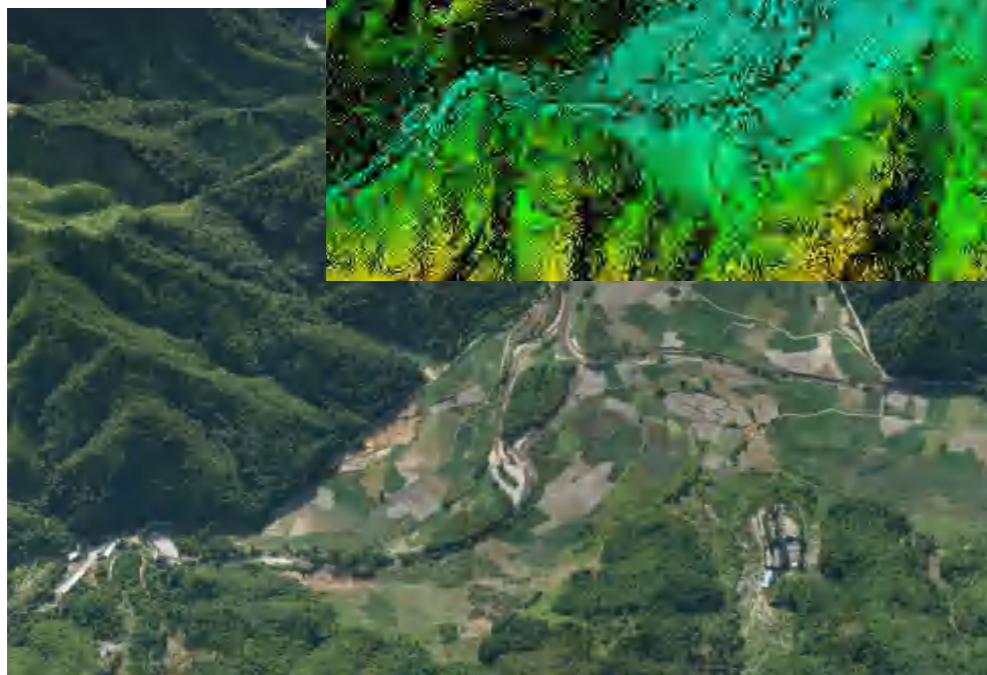


海域监管

飞马智能航测系统F1000主要应用于国土监测、自然灾害评估、城市规划、农业普查、地形测绘、矿山调查、管道巡查、工程测量、应急救援、海域监管、电力巡线、数字城市等多个领域。



DSM



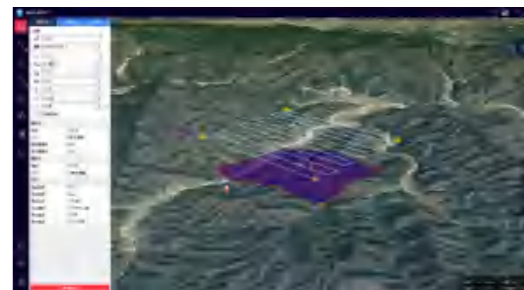
三维模型

飞行方案

测区面积	4.85km ²
分辨率	10cm
航向重叠	80%
旁向重叠	65%
飞行时间	41min
飞行里程	43km

飞行结果

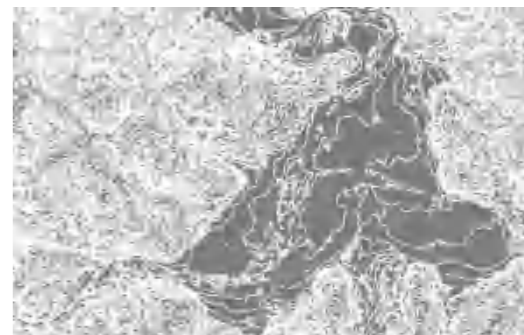
该航测项目案例的起飞方式采用手抛自动起飞，由于作业区域地形环境复杂，降落方式采用自动伞降回收；全程自主飞行，共计获取394张原始影像拍摄，并现场通过无人机管家“智检图”模块进行数据质检，经过空三解算、影像匹配、平差等处理，共用时14分钟，现场出具质检报告，确认全部影像合格可用。



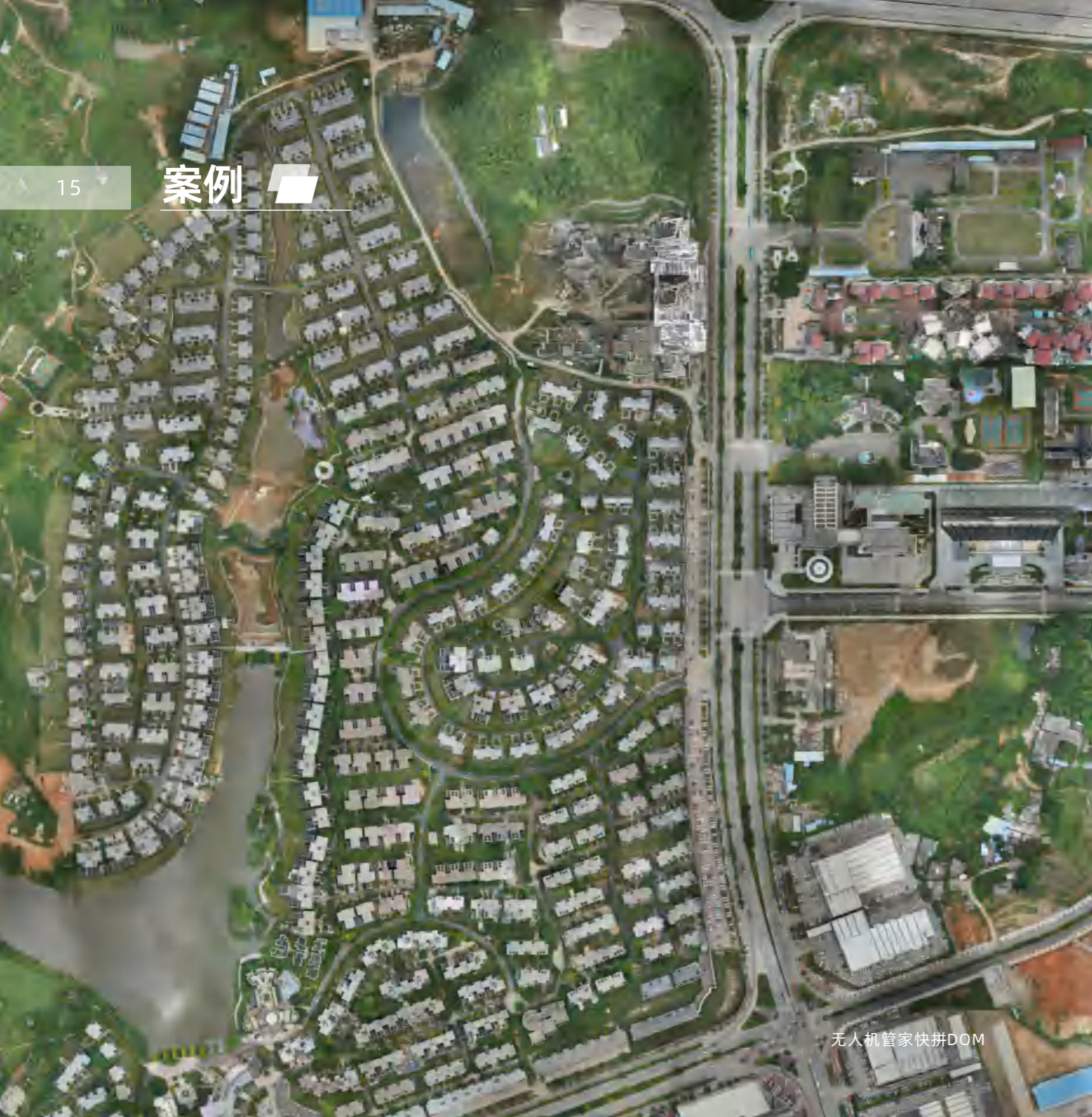
航线设计图



DOM



DLG



无人机管家快拼DOM

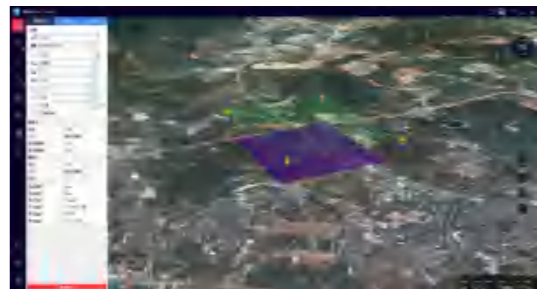
F1000 大比例尺 (1:500) 测图应用案例

飞行方案

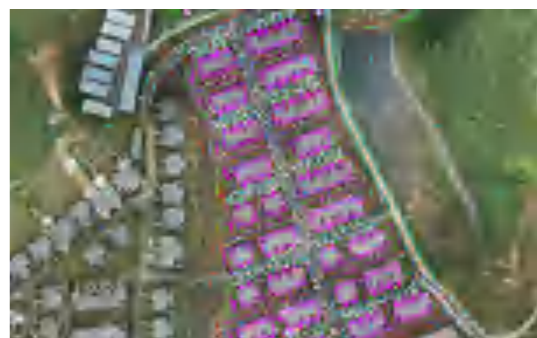
飞行高度	205m
分辨率	5cm
航向重叠	80%
旁向重叠	80%
飞行时间	40min
飞行里程	48.2km

飞行结果

惠州市惠阳区大比例尺测图应用案例作业面积 3.1km^2 ，整个任务共完成1230张原始影像拍摄，并现场通过无人机管家软件“智检图”进行数据质检，共用时21分钟，确认全部影像合格可用。本次低空遥感航测任务快速高效的获取了测区高精度dom，并利用少量外业控制点进行内业加密处理，得到惠州市别墅区1:500大比例尺精细测图。



航线设计图



DOM成果套合DLG数据



DSM



迁徙的野驴

2016年5月

飞马智能航测系统F1000无人机在卡拉麦里自然保护区进行行业。完成1000平方公里的高分辨率影像采集，影像分辨率达到5cm，能准确辨别动物数量和种群，为蒙古野驴种群数量普查工作提供了有力的数据支撑。



青海湖鸟岛

2016年7月

中国科学院西北高原生物研究所采用F1000对青海湖鸟岛自然保护区进行了航拍，F1000无人机低空飞越候鸟栖息地上空，未对候鸟造成任何惊扰，获取鸟岛自然保护区高分辨率无人机遥感影像，并对鸟类种群分类及数量进行了统计分析。



普氏原羚

2016年8月

中国科学院北京地理研究所和中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所利用无人机完成了“三江源大型食草类野生动物普查”航拍工作，共计完成3500平方公里高分辨率影像采集；期间采用飞马F1000完成黄河源以及可可西里自然保护区重点区域影像采集工作。



配套软件



无人机管家专业版

Windows PC iPad

“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。

无人机管家专业版说明

版本	功能说明	标配产品
标准版	快拼、质检、图像预处理	F1000、P300
测量版	GPS解算、控制点测量、空三	F200、F2000、D200
全模块	GPS解算、控制点测量、空三、TDOM、DSM、点云、2.5D\3D模型	F300、D1000



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。



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。



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。



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。



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。



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。



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、体积量测、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的一展示平台。



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以及实景三维模型的成果输出，支持控制点智能量测、POS辅助空三、无控直接成图。



智航线
SmartPlan

三维航线规划，让设计变得简单可靠

"智航线"是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自动分割和管理，保证后期处理接边需要。

软件特点

1. 三维数据支持下的高精度自动航线

针对地面情况复杂区域，可导入高精度实景三维地形数据辅助自动航线，保证获取数据分辨率一致性。

2. 满足各种应用场景的自动航线

根据任务区域的范围、地形起伏、影像分辨率、相机型号、重叠度要求等航摄参数，基于高程数据自动生成适应不同地形的最佳任务航线，并且支持条带航线、构架航线、倾斜相机航线、旋翼全景航线、旋翼环绕三维建模航线等。

3. 轻松绘制测区

无需专业知识，简单几步即可绘制出航测区域，支持多边形、矩形以及线条绘制，并且支持kml范围导入、手输坐标创建测区、地图自动缓存等功能。

4. 智能划分飞行区块

对于面积超大的测区，采用飞马首创的"8*8"算法实现了一键划分、接边重叠任务分配和管理。



23

任务1



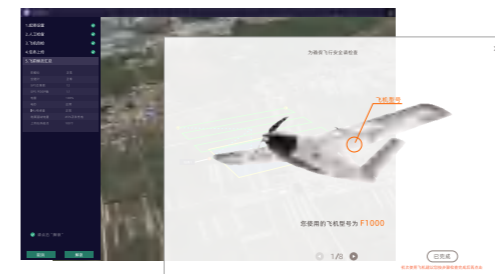
智飞行
SmartFly

飞行状态实时三维呈现

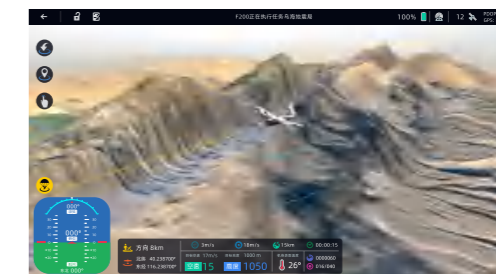
“智飞行”是无人机飞行监控软件，可在实景三维场景下实时可视化监控飞行状态和参数，修改飞行状态，智能预警，确保飞行任务的安全执行。以“处理工程”为虚拟架次，根据实际外场情况获取单个架次数据，通过软件自动续飞，完成全区覆盖，提高内外业效率。

软件特点

1. 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。
2. 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。
3. 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。
4. 支持飞行异常状态智能报警及一键返航功能。
5. 飞行全过程可视化回放。
6. 引导式界面设计，初学者也可以方便、快捷的完成飞机起飞前的准备工作。



飞行引导界面



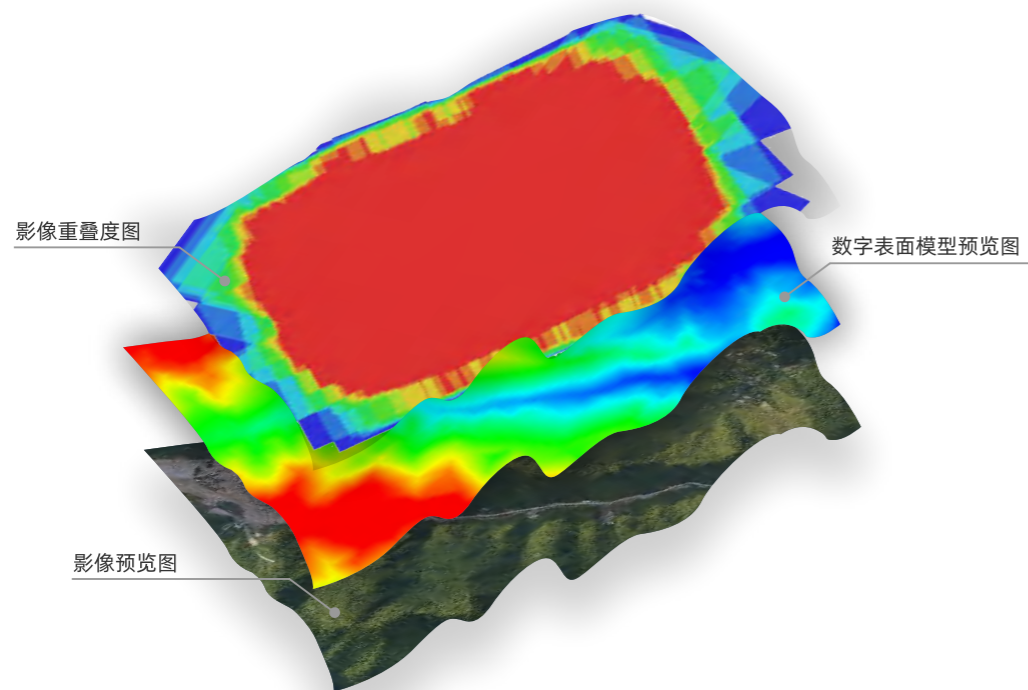
F1000/F200飞行监控界面



智检图 SmartCheck

飞行数据和质量报告一目了然

“智检图”是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。



- 曝光点
- 脚印图
- 影像ID
- 连接强度
- 影像
- 航带
- IMU超限

Roll > 4°
 Pitch > 4°

航带调整
 所在航带

刷新航线
 刷新影像

成图比例尺
1: 1000

成图分辨率: (m)
0.10

航向重叠度 60 %

旁向重叠度 30 %

重置POS

查看结果

执行

质检报告

缩略图

POS数据

无人机数据质检报告

FeimaRobotics

工程概况	
工程名称:	海南2
作业时间:	2016-11-04 10:37:04
测区面积:	6.90 平方公里
相机名称:	D5C-RX1RM2
平均地面分辨率:	0.04 米
坐标系:	UTM zone 49N
处理时间:	10 分 27 秒

匹配平差	
参与计算片数:	1086
平差情况:	1086个成功
匹配像素点:	40009
每张影像像素点数:	42
匹配点度分布数:	2度点: 7623 个 3度点: 7755 个 4度点: 6548 个
5度点:	6117 个 5+度点: 11966 个
匹配点平均高程:	-3.26 米

质检结论

航飞要求	
成图比例尺	1:1000
成图分辨率	0.10 米
影像航向重叠度≥	60%
影像旁向重叠度≥	30%

质检结论:

测区平均分辨率为 0.04 米, 航向重叠度为: 78%, 旁向重叠度为: 55%。

软件特点

- 1、自动化程度高，一键式操作即可完成航测数据质量检查，无需专业航测背景，简单培训即可掌握。
- 2、基于GPU的并行计算模式，从影像输入到最终质检报告输出，仅需5~10分钟，便于航飞人员及时发现航测问题采取应对措施。
- 3、提供无人机数据的专业质检报告，其图形化输出结果及指标化统计文件为航飞质量评价提供可靠依据。
- 4、可展示影像曝光点、脚印图、姿态超限、影像连接强度等多种信息，便于用户多角度查看数据质量。



智理图
SmartProcess

丰富的无人机数据处理工具箱

“智理图”是无人机数据预处理软件，通过提供先进的飞行检校及畸变去除工具、后差分GPS数据处理工具、基于地形的控制点自动布设等工具，以满足无人机高精度测绘要求。除此之外，还提供影像匀光匀色、增强、金字塔创建、格式转换等预处理功能。



畸变纠正



匀光匀色



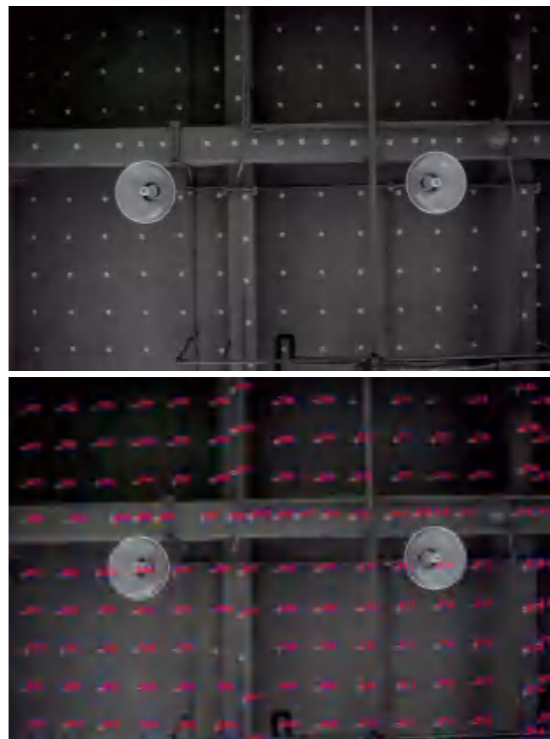
控制点方案



DEM精度检查



软件介绍



相机检校

FEIMA ROBOTICS

数码相机检校报告

相机机身编号: FC6310
相机镜头编号: FC6310

序号	检校内容	检校值
1	像幅宽/高 (像元/毫米)	5472 x 3648
2	像素大小 (像元/毫米)	2.410
3	主点 x0 (像元/毫米)	2748.425
4	主点 y0 (像元/毫米)	1807.632
5	焦距 f (像元/毫米)	3661.061
6	径向畸变系数 k1	-1.511813e-010
7	径向畸变系数 k2	5.911095e-017
8	径向畸变系数 k3	-4.372449e-024
9	偏心畸变系数 p1	-3.139005e-007
10	偏心畸变系数 p2	-1.537060e-008
11	CCD 非正交性比例系数 α	1.190906e-004
12	CCD 非正交性畸变系数 β	-1.598986e-004

畸变模型:

$$\begin{cases} x_u = (x - x_0) / k_r + k_1 r^2 + k_2 r^4 + k_3 r^6 - 2p_1(x - x_0)(y - y_0) \\ y_u = (y - y_0) / k_r + k_1 r^2 + k_2 r^4 + k_3 r^6 + 2p_1(x - x_0)(y - y_0) \end{cases}$$

引入畸变模型的共线条件方程为:

$$\begin{cases} \frac{x_u - x_0}{f} = \frac{x - x_0}{f} + \frac{k_1 r^2 + k_2 r^4 + k_3 r^6 - 2p_1(x - x_0)(y - y_0)}{f} \\ \frac{y_u - y_0}{f} = \frac{y - y_0}{f} + \frac{k_1 r^2 + k_2 r^4 + k_3 r^6 + 2p_1(x - x_0)(y - y_0)}{f} \end{cases}$$

共线条件方程:

$$\frac{x_u - x_0}{f} = \frac{x - x_0}{f} + \frac{k_1 r^2 + k_2 r^4 + k_3 r^6 - 2p_1(x - x_0)(y - y_0)}{f}$$

检校报告

软件特点

- 1、先进的相机检校及畸变去除功能：支持地面检校场和空中飞行数据两种检校方式，并支持国内常见相机检校模型的无损精度导入、影像畸变去除等，保证后期空三解算和立体测图的无缝衔接。
- 2、匀光匀色：充分考虑单幅内快门曝光不均匀、相邻影像间色差等问题，基于频率分割技术，使用影像多尺度融合生成兼顾局部与全局的自适应算法，保证影像色彩一致性。



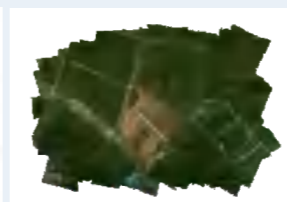
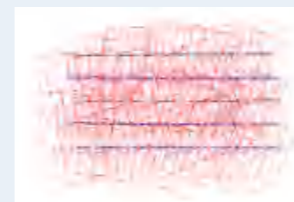
高精度快速全成果处理软件

“智拼图”是一款一键式无人机数据处理软件，能够完成无人机数据从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、高质量的DSM和TDOM以及实景三维模型的成果输出，支持控制点智能量测、POS辅助空三、无控直接成图。

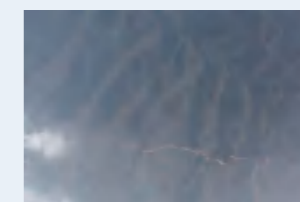
针对飞马智能航测系统F1000，“智拼图”支持对无人机航拍影像进行快速、精确自动拼接处理的软件，满足行业用户对影像图的需求，适用于土地调查、海域监管、矿山监测及灾害应急等领域。

软件特点

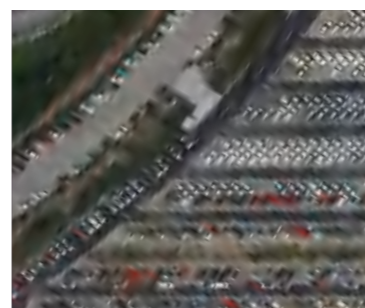
- 1、操作简单，无需人工干预，仅需影像和GPS数据，即可完成影像从空三到镶嵌出图的全自动化处理流程。
- 2、处理算法强大，从容应对影像不规则排列、旋偏角较大、重叠度不规则等情况，兼容各种相机、地形、天气、环境的影像数据。
- 3、最大程度减少房屋扭曲变形；自动均衡色彩。



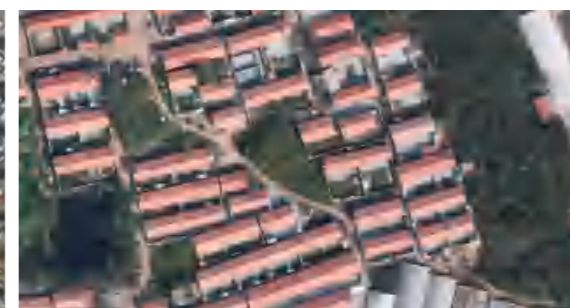
大偏角数据处理



恶劣环境下的影像处理图



原始影像



房屋纠正细节图

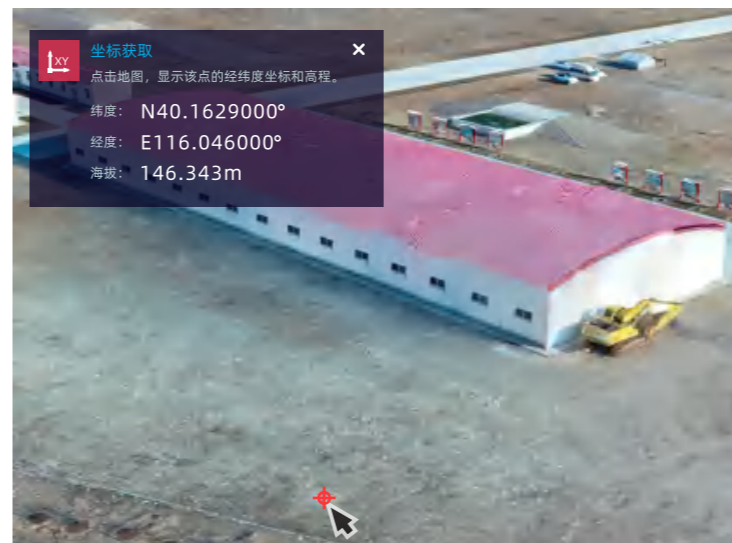
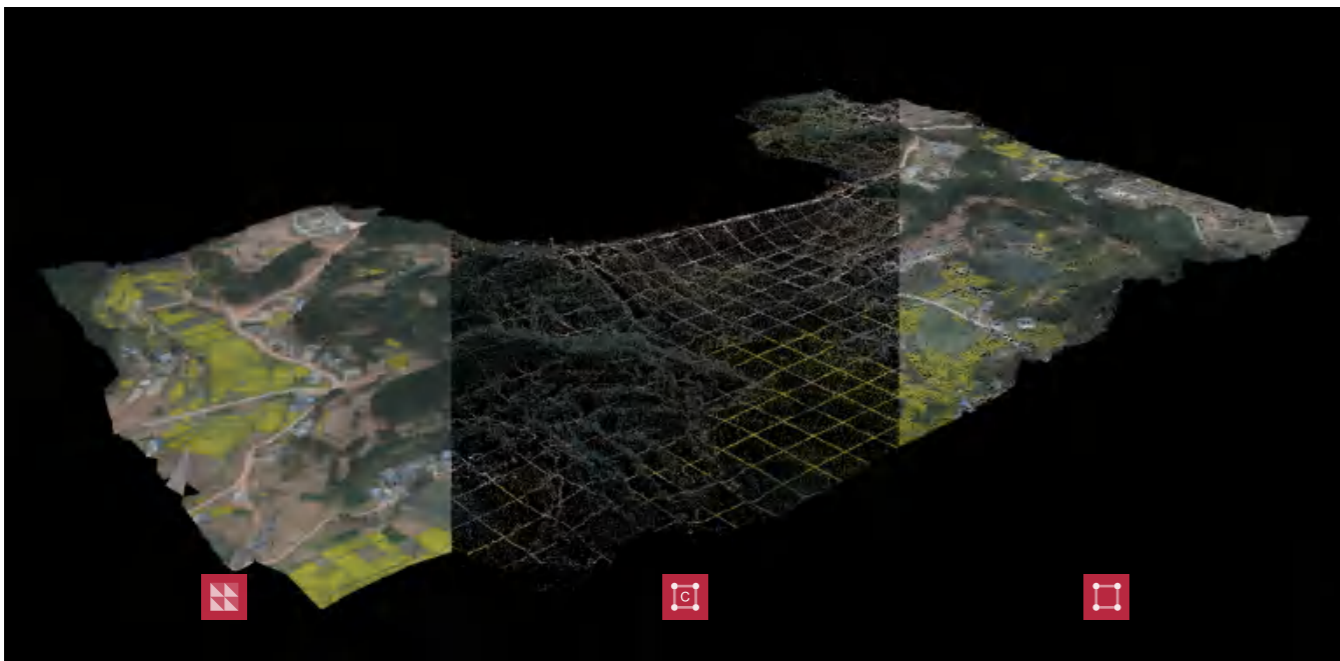


色彩过渡细节图



三维浏览器 Feima 3D Viewer

“飞马三维浏览器”是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三维产品OSGB格式，并支持浏览、距离量测、面积量测、体积量测、模型加载等功能，提供了一个已有三维地形、倾斜高分辨率三维场景和精细三维模型的统一展示平台。





mission1

工程名称-测区名称

F1000
Drone Model

相机类型 SONY ILCE-6000 (α6000)

比例尺 1:500

分辨率 4cm/px

航向重叠 80%

旁向重叠 60%

航线间距 96m

拍照间距 32m

默认空速 10m/s

飞行高度 205m

预计面积 1.133km²

预计时间 33min

预计里程 20.226km

测区平均海拔 43m

最高点

分辨率 4cm/px

海拔高度 47m

航向重叠 80%

旁向重叠 59%

分辨率 4cm/px

海拔高度 40m

飞行记录

2017/09/23 09:36:23

2017/09/25 14:12:56

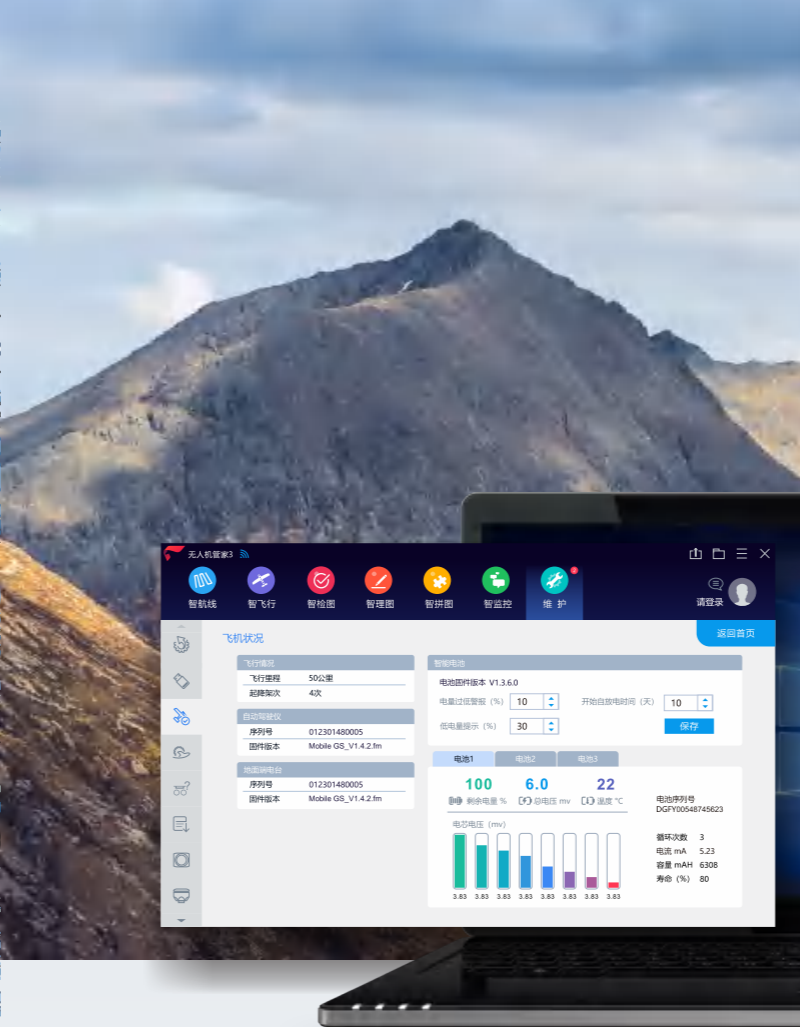
2017/10/13 12:56:20

2017/10/26 15:25:53



无人机飞行尽在掌控

“智监控”是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。



无人机飞行保驾护航

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。



固件升级

自动驾驶仪 地面端电台 相机 地面基站



钥匙信息

授权 编号 有效期 里程 出厂日期 飞机编号



飞机状况

飞机情况 自动驾驶仪 地面端电台 降落伞 智能电池



飞行设置

电台失联保护时间



故障诊断

软件版本 操作系统 故障类别 问题描述 上传机载日志



数据下载

GPS 基准站 相机 POS



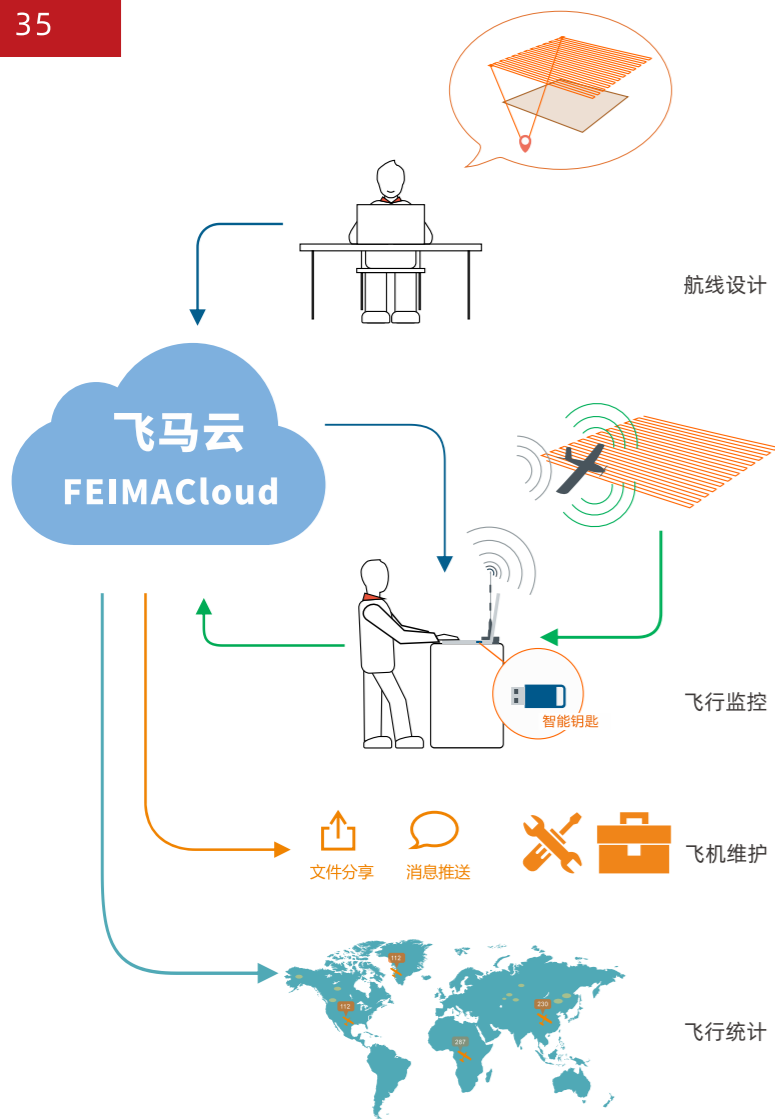
相机设置

相机参数 试拍 清除所有数据

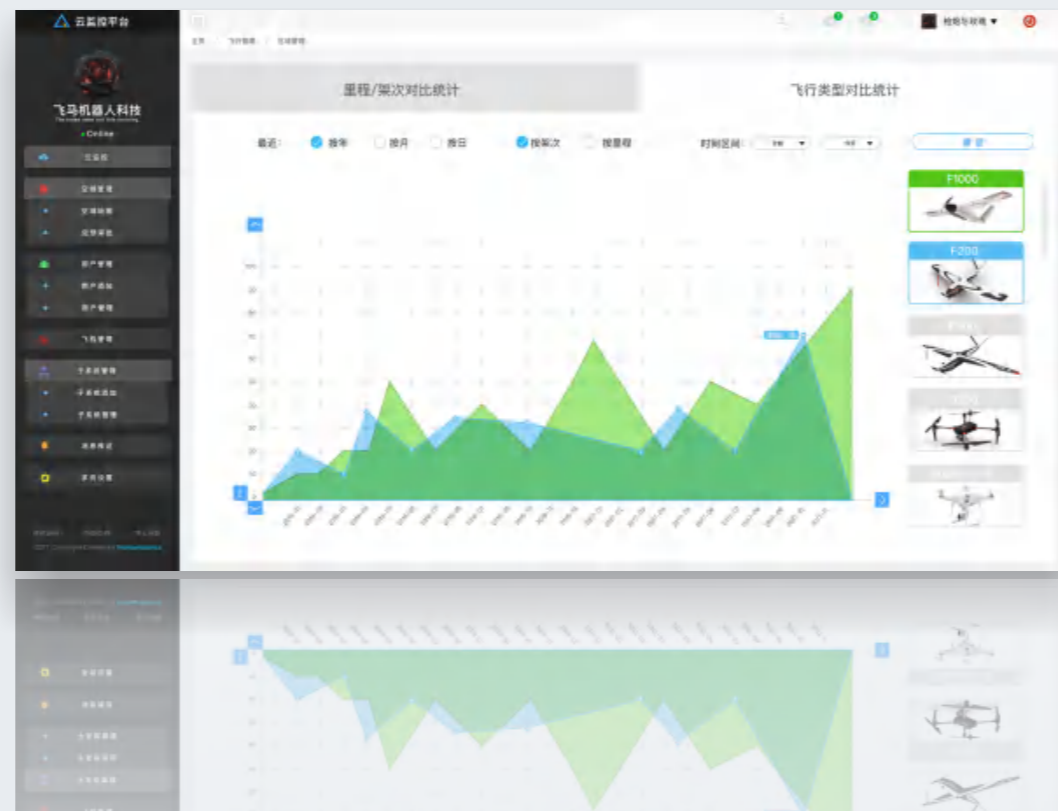


基准站设置

GNSS高精度作业模式 采集已知点



飞马云监控平台



平台介绍

平台特点

1. 云端特色交互、飞行尽在掌握

完整记录无人机生命周期，飞行数据全程云管理；
基于云架构的实时数据链路，实况云播飞行过程；
云端数据历史追溯，可视化回放飞行过程与测区作业参数；
云端数据全局统计与辅助决策，自定义兴趣项统计、区域统计、对比统计。

2. 信息实时共享、服务主动即时

实时信息推送机制，无人机质保与维护提醒自动送达；
支持自定义信息推送，一键实现多平台（短信、邮件、无人机管家）全员送达。

3. 任务多端推送、管理轻松协同

支持航摄任务统一规划与分配，一人集中分派、多人多端协同作业；
及时跟进任务开展情况，集中掌握多人多端作业进展。

4. 开放扩展接口、响应定制需求

支持自定义云端子系统，打造行业客户专属管理平台；
支持第三方无人机接口与业务展示平台并入等需求。

