

# 飞马系列无人机系统在四川应急测绘保障中的应用

## 1 引言

四川省是一个自然灾害十分严重的省份，受多次地震等地质灾害影响，四川地区地质环境和地形地貌受到极大破坏，孕灾环境极度脆弱。传统的测绘地理信息服务方式难以满足突发事件应急保障需要，新形势下的应急测绘保障工作对应急保障体系、应急测绘装备建设及应急测绘科技能力建设等提出了更高要求，迫切需要加强应急保障装备能力提升与应急测绘保障服务效率研究，以满足多种突发事件的测绘应急保障。

无人机航摄技术具有灵活机动、高效快速、成本低廉等优点，在小区域和困难地区高分辨率影像快速获取等方面具有显著优势，已广泛应用于灾害监测、地质灾害调查、地理国情监测、应急测绘保障等领域，可有效满足应急测绘天地一体、互联互通、机动高效的需求。

飞马系列无人机系统覆盖旋翼无人机、固定翼无人机等多种型号，同时可搭载航摄相机、倾斜相机、LIDAR 等不同任务设备，在四川应急测绘保障中的应用广泛，并在金沙江山体滑坡堰塞湖，丹巴县山洪泥石流，以及凉山州森林火灾等应急测绘保障中提供定量化的数据保障服务，在重大自然灾害抢险救灾、灾害损失评估等工作中的发挥应用优势。

## 2 应急无人机影像快速获取技术

### 2.1 稳定飞行平台

飞马无人机研制较为完善的无人机平台，包括固定翼、多旋翼、混合翼等无人机系统，装备稳定性强，已在行业内应用广泛。

#### 2.1.1 恶劣天气适应性

四川川西、川南高原地区大风情况复杂，且伴随云雨、冰雹等恶劣天气影响，对系统在这种恶劣天气的影响较大，飞马系统无人机系统具备优良的抗风和高原适应性，可在六级级以上大风和 3000 米以上高原地区稳定作业，具备较强优势。

#### 2.1.2 复杂地形适应性

四川山区比例高达 90%以上，高差较大，传统无人机航测技术采用分区以保障测区分辨率，且受起降场地限制较大，传统方法航摄效率低下，在四川落差较大山区应用困难，无法有效保障影像质量。飞马无人机系统拥有精准地形跟随飞行功能，可实现精准的地形跟随飞行可提高影像获取分辨率并保证影像分辨率的一致性，即提高飞行效率，且飞行质量也保障，较好的解决了相关技术难点，其次飞马无人机采用倾转旋翼机构，具备垂直起降能力，兼顾定点起降及大范围数据获取能力，破解传统固定翼无人机对起降场地的限制，同时系统具备雷达避障模块可自动检测前方障碍物，提高安全等级，在四川山区峡谷地区适应性强。

### 2.2 多源数据获取系统

飞马无人机系统为适应不同应用需求，不断拓展不同任务载荷同无人机系统的集成，具备红外/可见光数据视频数据获取，正射与倾斜影像获取，以及 LIDAR 数据获取能力，数据获取效率与质量满足应急保障应用需求。

## 3 典型应用案例

### 3.1 金沙江山体滑坡堰塞湖应急测绘保障

2018 年 10 月 11 日，金沙江流经的川藏交界处西藏昌都市江达县波罗乡宁巴村发生山体滑坡，造成断流，形成堰塞湖，危及人民群众生命财产安全。党中央、国务院高度重视，要求全力以赴救灾减灾。四川测绘地理信息局测绘应急保障中心紧急组织开展应急测绘保障工作，及时提供了灾前灾后地理信息，为抢险救灾提供了科学依据。

12 日至 15 日期间，川局测绘应急保障中心针对滑坡区域复杂的地形与高原高寒大风的恶劣气候条件，利用飞马系列无人机，成功获取了堰塞体上下游影像数据，并进行持续监测，

并应用飞马无人机管家软件在现场对数据进行快速处理,完成金沙江堰塞湖第一张灾后无人机影像图制作,为省减灾委、交通厅提供了金沙江堰塞湖应急影像。根据前线应急指挥需求,利用飞马无人机获取灾后无人机影像和 DEM 数据分析,综合金沙江河道、上次自然溢流道的河势,分析堰塞体堆积地形和最小开挖方量,优化制定了开挖泄洪渠道方案(图 1-图 3),为打通交通便道和灾害风险评估提供数据支撑。同时,堰塞体持续监测影像数据为测绘保障、地灾灾害等专家研判分析滑坡后缘不稳定体二次垮塌可能性提供数据支撑。

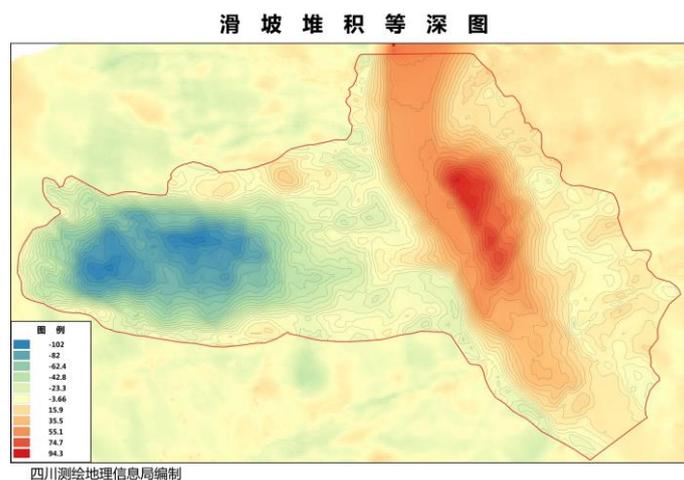


图 1 金沙江白格滑坡堰塞湖滑坡堆积体等深图

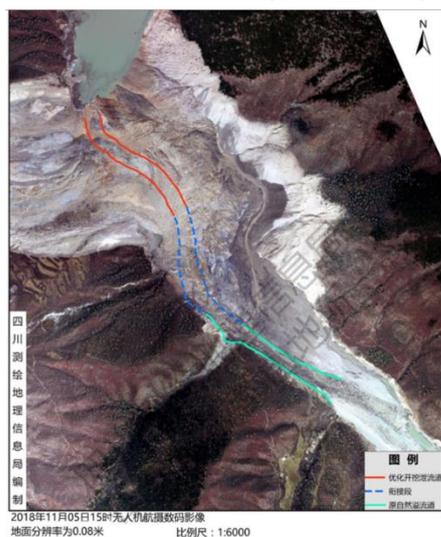


图 2 最优开发平面布置图



图 3 最优开挖立体图

### 3.2 2020 丹巴县“6·17”山洪泥石流灾害应急测绘保障

2020 年 6 月 17 日,四川甘孜州丹巴县半扇门镇梅龙沟突发泥石流灾害,阻断小金川河,形成堰塞湖, G350 烂水湾段多处道路中断,烂水湾阿娘寨村发生山体滑坡,多处房屋被毁,电力、通信中断。由于降雨不断,导致上游水位升高,堰塞湖水量增大,随后堰塞体溢流,对上下游造成重大危害。

19 日, 21 日和 22 日,省测绘地理信息局测绘应急保障中心应用飞马 V100 无人机多次获取梅龙沟至小金川河以及阿娘沟村附近无人机影像数据,通过影像对比分析,率先发现阿娘寨山体形变严重,最大裂缝已达 3 米以上,及时上报前线指挥部,指挥部连夜紧急部署安排,提前预警,为次生灾害排查提供了重要地理信息支撑。

根据无人机影像数据解译发现(图 4-图 6),滑坡体上出现明显裂缝 7 条,位于滑坡体上的道路有 7 处发生明显错位,最大宽度达 6 米以上,最长裂缝长度 1300 米以上,裂缝顶

部与河道的水平距离为 732 米、高差为 440 米，目前裂缝已基本上纵向贯通整个滑坡体，并形成了圈椅形态。

同时，为精细化分析形变与裂缝情况，中心利用飞马“D200 +LIDAR”设备开展阿娘寨滑坡 LiDAR 与影像数据获取与形变分析（图 7），通过 LiDAR 数据，可清晰观察剔除植被信息后的山体情况，应用 LiDAR 成果，成功排查出因山体落石碾压形成的疑似山体裂缝 1 条。

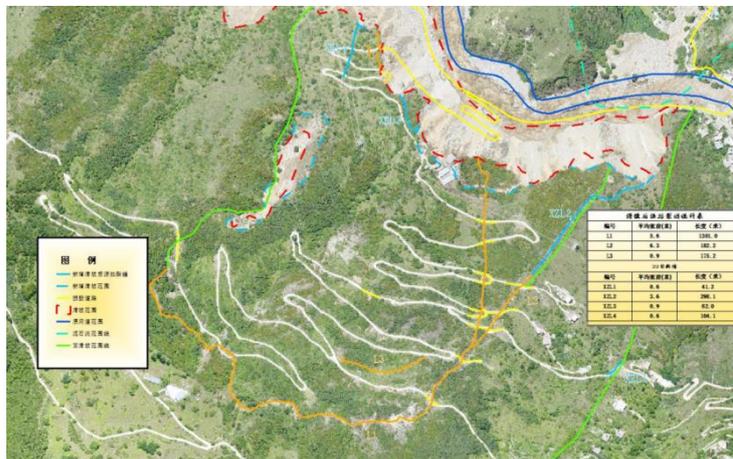


图 4 地表裂缝分布图



图 5 潜在不稳定坡体图



图 6 19-21 日滑坡后缘裂缝动态变化示意图

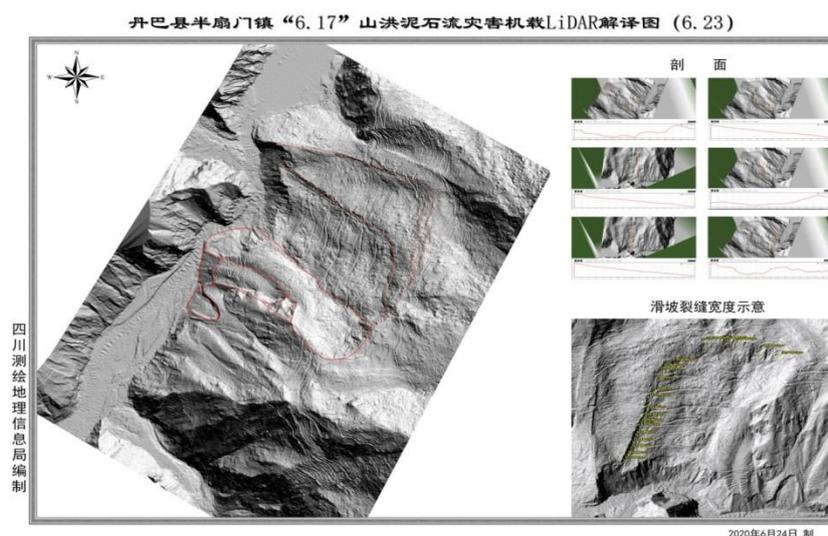


图 7 LiDAR 监测影像图

### 3.3 凉山州森林火灾应急测绘保障应用

2020年3月30日，西昌市泸山经久乡突发发生森林火灾。川局测绘应急保障中心应用飞马无人机快速获取火情监测影像数据，通过影像分析判断马道镇油库受火情影响已有效控制，应用泸山火场、木里火场火灾后监测影像（图8），持续开展火场烟点排查，为火势复燃监测提供有效监测影像，为灾情研判与损失报告编制提供影像支撑。飞马无人机系统具备抗风、起降方便等优势，有效保障前线指挥部油库火情监测、火线长度动态监测、烟点排查、过火面积测算等应用需求。

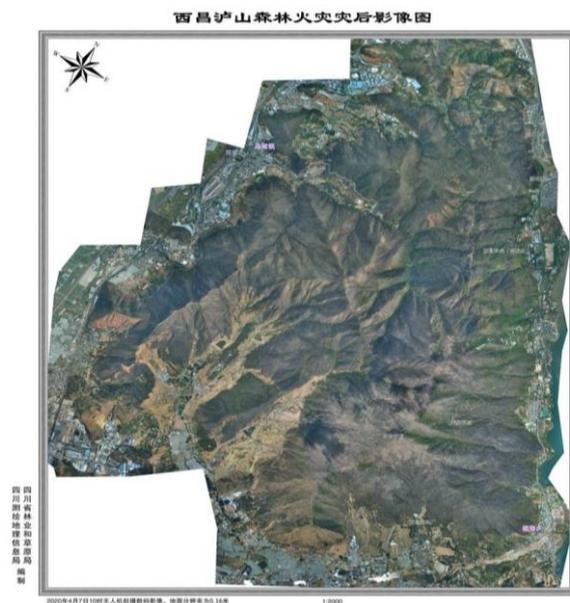


图8 火情监测影像图

#### 4 结束语

飞马系列无人机系统因稳定性、抗风能力和高原适应性较强等优势，在应急测绘保障中发挥了较好的支撑作用，面对新形势下的应急测绘保障需求，应急测绘保障技术就是仍可持续改进与提升：一是影像快速处理技术，尤其是开展数据同步获取与处理技术研究，有效提升数据处理能效。二是多源应急测绘成果的融合应用仍需持续完善。三是影像解译与数据挖掘技术效率与能力需持续提升。