

基于中航时固定翼无人机平台的轻小型 SAR 在应急测绘中的应用

李洋 盘贻峰 张兢

广西壮族自治区自然资源调查监测院

DOI:10.12238/gmsm.v3i5.890

[摘要] 随着无人机技术的飞速发展,民用无人机航空摄影进入高速发展期。由于其具有高效、快速、高质量灾情获取能力,在应急测绘领域广泛采用,成为应急突发事件现场信息的主要手段。中航时固定翼无人机由于其大载重、长航时、多载荷等优点,使其在大范围、长距离突发事件应急测绘领域有突出的优势。SAR成像具有分辨率高、全天候、全天时、多极化、多频段、可穿透等特点,可以有效弥补光学影像数据获取受天气、时间等外界条件制约的不利影响。本文主要介绍中航时固定翼无人机系统平台、轻小型SAR在应急测绘领域的应用,并以广西某区域为试验区,分析轻小型SAR在无人机航空应急测绘系统中的具体应用。

[关键词] 应急测绘; SAR; 中航时固定翼无人机; 成像模式

中图分类号: P23 **文献标识码:** A

引言

目前在应急测绘服务保障工作中,能够快速高效获取且直观、高精度反映应急事件现场概貌的信息类型主要有光学影像和视频数据两种。应急救援等突发事件往往伴随阴雨天气,也可能需要在夜间获取应急测绘数据,这就导致了可见光相机不能及时获取光学影像信息,影响应急指挥的判断。SAR成像具有分辨率高、全天候、全天时、多极化、多频段、可穿透等特点,可广泛应用于军事侦察、地质勘查、地形测绘、海洋勘测、农林勘查等众多领域,成为人类对地观测一种不可替代的重要手段^[1]。

在应急测绘服务保障工作中,无人机航空摄影发挥着至关重要的作用。但目前大多数应急测绘队伍装备的无人机系统主要以轻小型无人机为主且搭载的传感器载荷类型也比较单一,存在着获取能力不足、链路通信传输距离较短等缺陷,不能满足应急现场信息的快速获取需要^[2]。为获取突发事件重点区域数据,无人机应具备长航时、多载荷、大载重以及较强的场地适应能力。因此

中航时固定翼无人机应急测绘系统应运而生。

1 中航时固定翼无人机航空应急测绘系统介绍

中航时固定翼无人机航空应急测绘系统由飞行器(彩虹四无人机系统)、传感器、指挥控制平台、综合保障平台和运输设备组成。其中,传感器包括高清航摄影相机、轻小型SAR、视频光电吊舱(可见光/红外)、定姿定位系统和集成座架,这些传感器一体化集成在飞行器中,在复杂条件下全天时作业并协同快速获取突发事件现场光学影像、雷达数据、视频信息等多源多维灾情地理信息,实现对获取数据的实时传输、快速处理和精细化产品生产。与此同时,传感器与飞行器、指挥控制平台、综合保障平台具有可扩展性,能够扩展集成LiDAR、高(多)光谱等其他任务设备开展测绘作业^[3]。

2 轻小型SAR在应急测绘中的应用

我国是一个自然灾害频发的国家,这些自然灾害包括地震、地质灾害(泥石流、滑坡等)、水灾、森林大火等等。上

述自然灾害的有效监测对于灾害预报、灾情评估与应急救援等均有重要的意义,关系到人民生命财产安全,随之而来的应急测绘服务保障则是国家重大需求之一。轻小型SAR的全天候、全天时对地观测功能,可以不分昼夜和阴雨天气进行对地观测,并且对一些地物有一定的穿透能力,成为监测自然灾害最为有效的遥感技术之一。

轻小型SAR采用的调频连续波体制具有体积小、重量轻、成本低、多功能,可灵活组合形成多种工作模式等特点,能够全天候、全天时的获取遥感数据。能够满足轻小型低空无人机飞行平台搭载安装需求,还可以满足双装载、多装载的多任务平台的安装需求。中航时固定翼无人机搭载轻小型SAR,可满足长距离、长航时的应急监测任务。搭载在中航时无人机应急测绘系统上的轻小型SAR灵活、机动,可用于特殊时期的快速监测,这些从技术上保证了采用SAR监测自然灾害的可能性与有效性。因此轻小型SAR在应急测绘工作数据获取中具有很好的应用潜力。

3 轻小型机载SAR数据获取试验

本次试验选取的SAR频段: Ku波段; 成像模式: 支持条带和聚束模式; 极化方式: 全极化(HH、HV、VH、VV); 有效作用距离: 6000m; 空间分辨率: 条带模式下优于0.3m, 聚束模式下优于0.15m。

利用搭载在中航时固定翼无人机平台的轻小型SAR获取广西某区域SAR数据进行试验。试验区地面高程100m, 飞行高度约2900米, 相对高度2800米, 行间距1150米, POS数据采用机载的高精度定位定姿系统以及地面固定站进行联合解算。轻小型SAR的航线参数需要根据作业任务进行设计。涉及平台的飞行速度、飞行相对高度、作业区域面积、SAR天线安装角度等参数。

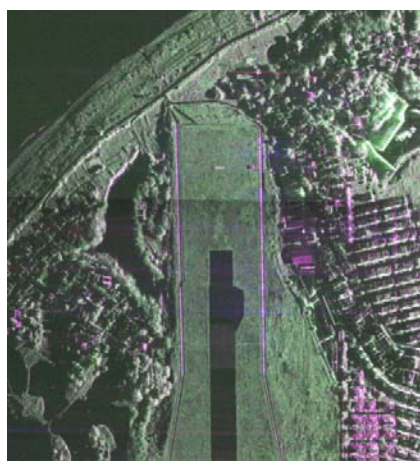
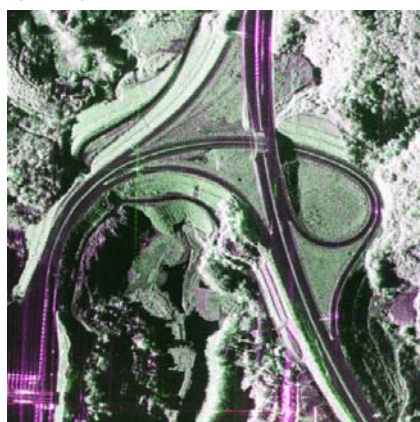
3.1 测绘带宽计算。航线规划充分考虑作业方式以及任务载荷性能参数, 进行飞行高度、飞行速度、飞行时间以及飞行航段设计。轻小型SAR的测绘带宽为: $L1=h \times (\tan(60+10) - \tan(60-10)) = 1.56h$ 其中: h 指飞机的飞行高度; $L1$ 指SAR载荷在一定飞行高度和安装角下, 对地的测绘带宽。考虑轻小型SAR的重叠率可求得有效的测绘带宽为: $L1' = (1-30\%) \times 1.56h = 1.085h$ 其中: 轻小型SAR天线的下视角为 60° , 轻小型SAR天线的距离波束角为 20° 。

3.2 航线参数计算。根据以上航线设计结果, 通过起始点的经纬度信息控制轻小型SAR系统进入航线时开启, 通过停止的经纬度信息控制轻小型SAR系统飞出航线时关闭。例如, 以上航线可以通过两组起始点和停止点完成航线参数的设计。

3.3 内业处理使用SAR_PRO软件对接收到的原始SAR数据进行运动补偿、辐射校正、成像处理、图像拼接等处理, 输出灰度图像和全极化伪彩色图像。出图总体质量较好, 其影像分辨率在条带模式下优于0.3米。POS解算通过搭载的高精

度定位定姿系统结合地面固定站, 经过后差分解算, 在地面无控制点的情况下, 其位置精度优于7.5米, 如经过实地控制点纠正, 精度将得到进一步提高。

试验区由于云层较厚, 无法使用传统光学传感器获取光学影像, SAR传感器很好的发挥了自己穿透云雾的优势, 获取了高分辨率的SAR影像, 很好的分辨出了各种地形地物, 为应急指挥部门了解受灾区域的破坏情况提供了准确的数据支撑, 以便科学准确评估灾情, 快速开展应急决策指挥。轻小型SAR影像成果见下图。



广西某区域轻小型SAR影像成果

3.4 虽然目前轻小型SAR的分辨率及极化方式越来越高, 越来越好, 但是基于现有的模型和算法, 在细节表现、数据处理、斑点噪音等方面存在着目前

无法避免的缺点, 这些因素影响着利用SAR应急测绘保障中的应用, 需要针对实际的需要, 选择合适的数据处理方法, 合理地利用SAR数据可以使我们获得更加清晰准确的地面信息。研究新的模型及算法, 充分发挥SAR和光学遥感之间的优势, 提供丰富的、精度更高的多极化高分辨率雷达数据, 得到更准确的地物信息。

4 结束语

广西地区多云雾、多雨, 并且有大面积的高植被覆盖、高遮挡、高起伏、及部分稀少或无控制点区域, 这些区域应急测绘数据的快速获取, 必须要依赖全天候、全天时的轻小型SAR遥感系统, 配合多种传感器, 提高应急测绘保障能力, 其是对光学遥感在信息获取中短板的良好补充。轻小型SAR配备高精度定位定姿系统, 经过稀少像控, 影像位置精度可得到极大提高, 同时成像水平也在逐步得到提高, 机载合成孔径雷达分辨率取决于雷达的发射带宽和实际天线孔径, 与飞行高度无关, 因而, 不同分辨率的应急测绘图像可以在同一高度获取。中航时固定翼无人机平台又可保证远距离、长航时的数据获取能力, 机载轻小型SAR在发生应急事件中传统影像难以获取的困难地区与多种传感器配合使用可发挥不可替代的关键作用。

[参考文献]

- [1] 刘忠胜. 柔性基线机载INSAR运动误差分析与补偿方法研究[D]. 中国科学院大学, 2014.
- [2] 王中祥, 武昊, 朱杰, 等. 工业级无人机应急测绘系统研究[J]. 测绘科学, 2019, 044(007): 177-182.
- [3] 周兴霞, 黄青伦, 武昊. 四川中航时固定翼无人机航空应急测绘系统总体技术与集成验证[J]. 测绘, 2019, 42(3): 105-108.