

无人机遥感在台风灾害调查中的应用

王衍, 洪海凌, 王同行, 王芬

(海南省海洋监测预报中心 海口 570204)

摘要:文章以2014年1409号台风“威马逊”过后对海南文昌翁田、铺前一带台风登陆点的海岸带破坏情况调查监测过程为依据,介绍了无人机遥感的组成、优势,以及无人机遥感数据的获取和处理的监测过程。监测结果表明:台风过后基岩岸线没有明显的特征变化,但砂质岸线部分出现了明显侵蚀,沿岸防风林受损严重,局部防风林后退严重。

关键词:无人机;遥感;海域岸线;监测

中图分类号:P715

文献标志码:A

文章编号:1005-9857(2015)12-0060-04

1 引言

海南岛面向开阔的南海海域,属于热带季风气候,全年长夏无冬,主要自然灾害以热带气旋(台风)、暴雨、干旱、冰雹、龙卷风为主。其中台风是影响海南岛的主要自然灾害,主要集中在5—11月,是台风登陆较多的省份之一。台风过后,通常会造造成重灾区交通道路中断和通信设施、电力设施等遭到破坏,在灾害监测与灾后评估中,灾害勘查与救援人员往往受制于灾区环境条件所限,无法及时抵达重灾区,如何及时取得灾害信息及对灾情评估成为迫切需要解决的问题。

而无人机遥感系统具有机动灵活、易于起降、不受交通、通信等限制,可云下飞行、低空大比例尺制图、地面运输方便、小区域(200 km²以内)高分辨率(优于0.1 m)遥感数据获取效率高等技术特点^[1]。因此,无人机遥感系统在灾情监测与评估中具无可比拟的优势。

2014年7月18日超强台风“威马逊”(1409号)在海南文昌市翁田、铺前一带沿海登陆,登陆时中心附近风力达17级。根据海南省防汛防风防旱总指挥部发布的消息,超强台风“威马逊”给海南省造成了巨大损失,据初步统计,全省有18个市县216个乡镇(街道)受灾,受灾人口325.8万人,共撤离和转移安置38.6万人,受灾农作物面积162 970 hm²,倒塌房屋23 163间,直

接经济损失119.5亿元。因灾死亡25人,失踪6人。

台风过后,为了能迅速把沿岸海域岸线破坏状况、交通运输状况等信息提供给各级抗灾指挥机关,为抢险救灾决策提供准确依据,海南省海洋监测预报中心作为国家级海域无人机遥感监视监测基地建设单位,针对此次1409号超强台风迅速做出反应,积极与军、民航空管理部门协调空域,签订了《空中防相撞安全保障协议》。7月24日至8月1日海南省海洋监测预报中心组织无人机作业队对此次受灾严重的文昌翁田镇沿海、铺前港、东寨港开展了无人机遥感岸线破坏情况监测、评估与调查。通过对大量现势遥感影像的快速处理与对比分析,短时间内获得了灾区海域岸线破坏情况的初步评价结果,为减灾救灾科学决策与指挥提供了更加客观、及时、全面的灾情信息,大大提高了减灾效果,提升了灾害现场勘查能力。

2 无人机遥感系统的组成与优势

2.1 无人机遥感的组成

无人机遥感系统一般由无人机遥感平台、飞行控制系统、地面接收控制系统、无人机数据处理系统和应用分析系统等几部分组成。无人机遥感平台主要由飞行控制单元、稳定控制云台、无线通信单元、GPS单元、姿态测量单元和任务传感器等部分组成^[2](图1)。

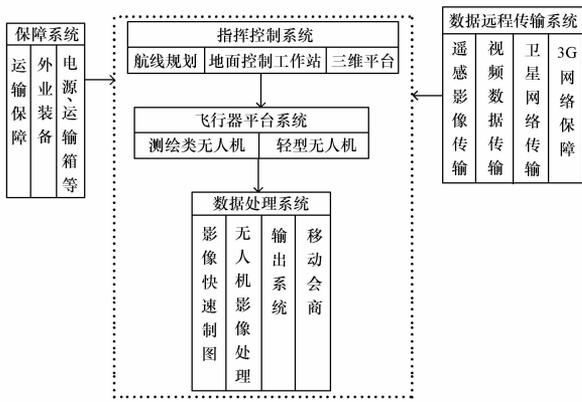


图 1 无人机遥感的组成

飞行控制系统采用气压定高和 GPS 自主导航,可按地面站设定的航线传输到飞控系统,飞机在天上按规划航线飞行,飞行中可随时切换遥控飞行状态或自主飞行状态;地面控制系统主要是无人机飞行前进行任务航路规划,在无人机飞行过程中显示飞行区域的航迹、飞机的姿态航向参数、电子地图、飞行参数,实时下传并记录飞行中所有飞行参数和导航数据。通过航迹规划和路径调整进行各种任务的控制执行。无人机数据处理和应用分析系统主要是对采集到的影像进行快速拼接、空三加密、数字高程模型(digital elevation model, DEM)与正射影像生成及影像判别、信息提取、专题图制作等^[3]。

2.2 无人机遥感的优势

无人机与有人飞机、卫星等飞行器相比较,有着不可代替的优势。

(1)无人机操作简单、飞行准备时间短、飞行高度低,与有人机对比降低了对环境条件的限制,可迅速到达监测区附近设站。

(2)无人机购置费用低,维护使用成本低、无人机对操作员的培养周期相对较短。

(3)无人机可以为多种小型遥感传感器提供良好的搭载平台,如热成像仪、探地雷达、合成孔径雷达、激光 SAR、气象传感器等,以满足多种快速监测所需。

(4)无人机可获取超高分辨率数字影像及定位数据,可针对特殊监测目标搭载单波段、多波段、全色波段等传感器,具备面积覆盖、垂直或倾斜成像的技术能力,获取图像的空间分辨率可达到厘米级^[4]。

3 无人机遥感在海域岸线监测中的应用

3.1 数据获取

本次无人机灾害调查航拍所采用的无人机是北京安翔动力科技有限公司生产的“单兵一号”型固定翼电动无人机,搭载的可见光摄像设备为经过检定校准的索尼 NEX-7 型相机,飞行作业高度为 400 m,获取影像空间分辨率 0.1 m,采用 PIX4D-MAPPER 作为无人机数据处理系统软件,实现对无人机数据的空三加密、DEM 与正射影像生成。航向重叠度为 60%~80%,旁向重叠度为 65%~80%,航线像片姿态旋偏角不大于 8°,倾角不大于 2°(表 1)。

表 1 “单兵一号”无人机参数

参数	数值
翼展/m	2.5
机长/m	1.6
起飞重量/kg	4.5
巡航速度/(km·h ⁻¹)	60
实用升限	海拔 5 000 m
抗风能力	4 级
最大作业时间/h	1.5
测控半径/km	15
起降方式	手掷/滑降,手掷/撞网

根据 2014 年 1409 号“威马逊”台风路径、风圈半径及初步灾害调查结果,确定了本次无人机调查范围(表 2)共 3 个区域 205 km²,获取影像 4 214 张,布设像控点 26 个。

表 2 无人机航拍范围区域

区域	范围坐标
文昌市翁田镇	20°08'N, 110°42'E—19°59'N, 110°52'E
	20°05'N, 110°41'E—20°02'N, 110°45'E
文昌市铺前镇	20°02'N, 110°33'E—20°09'N, 110°41'E
	20°01'N, 110°35'E—20°08'N, 110°42'E
北港岛及东寨港一带	20°01'N, 110°32'E—20°02'N, 110°35'E
	19°54'N, 110°35'E—19°55'N, 110°38'E

3.2 无人机数据处理

(1) 无人机数据的处理应包括原始影像数据、相机检校文件、飞行控制资料、航线结合表(航线索引图,包括飞行信息)等。

(2) 相机检校文件包括:相机像主点坐标、像元大小、相机焦距、径向畸变差系数(K1、K2)、切向畸变差系数(P1、P2)、CCD非正方形比例系数 α 、CCD非正交性的畸变系数 β 、像方坐标系等(其单位为像素或毫米)。

(3) 飞行控制资料包括:测区控制点、控制点坐标文件(包括平面坐标与高程坐标)等。

(4) 航线结合表包括:航线索引图、飞行方向及飞行架次等(详见图2无人机数据处理流程)。

(5) 将机载POS数据导入遥感影像处理软件,读取作业区域内经度、纬度、飞行高度信息,呈现作业区域内实际飞行航线轨迹,加载现场测量的地面控制点校正影像精度,拼接后获取本作业区域内高清正射遥感影像图。

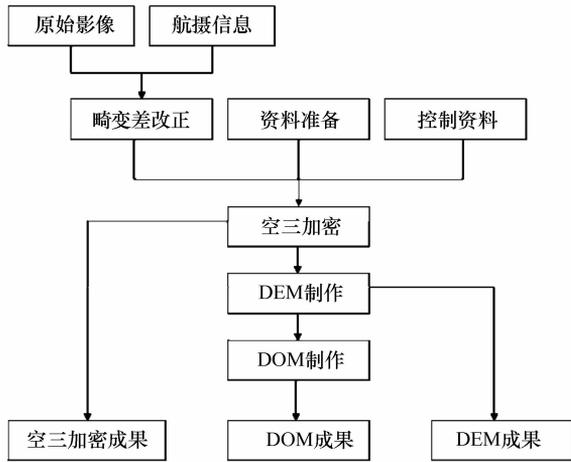


图2 无人机数据处理流程

4 无人机遥感监测结果分析

4.1 文昌市铺前镇木兰头一带岸线影响分析

在计算机成图软件里将2014年7月获取的0.1 m精度的无人机遥感图与2013年4月获取2.5 m分辨率卫星影像图对比分析,该区域主要由基岩和砂质岸线构成,基岩岸线没有明显的特征变化,但砂质岸线部分出现了明显侵蚀,从无人机影响影像图可以分辨,沿岸防风林受损严重,无人机影像图上大面积的土黄色区域为防风林折断死亡枯萎形成。

4.2 文昌市铺前镇新埠村一带岸线影响分析

该区域以砂质岸线为主,在计算机成图软件里将“海南海岸线”、2014年7月获取的0.1 m精度的无人机遥感图、2013年4月获取2.5 m分辨率卫星影像图进行对比测算判读分析,2013年4月防风林与海南海岸线之间的岸滩面积为2.6312 hm²,而2014年7月防风林与海南海岸线之间的岸滩面积为3.2894 hm²,防风林后退了近10 m。

4.3 文昌市翁田镇抱虎角一带海岸影像分析

该区域主要以砂质岸线为主,靠近岸线分布了很多虾塘和鱼塘,从2013年4月获取的2.5 m分辨率卫星遥感图可以判读,岸线周边种植了大面积的防风林,但从2014年7月的无人机遥感图分析,防风林已基本折断死亡枯萎,水产养殖场也受损严重。

4.4 对红树林的影响

通过无人机影像进行判读,海口市北港岛红树林有明显的被风暴潮淹没的痕迹,岛内防风林大面积折断死亡,海口市北港岛红树林受风暴潮增水影响,受损区域面积达3.6128 hm²。

5 结束语

无人机遥感系统作为卫星遥感和载人航空遥感的有效补充手段,具有实时性强、灵活方便、空间分辨率高、受环境条件限制少、低空云下作业的优点,将其应用于自然灾害应急救援具有广阔的发展空间和应用前景。本次台风过后对海域岸线破坏情况的监测属于海南省的首例,对于灾后评估发挥了重要作用,但也存在着诸多技术难点,建议在以下方面予以改进。

(1) 无人机系统在海洋应用中的安全可靠存在难点。海南省的海洋监测无人机平台基本由陆地无人机监测系统移植而来,但海洋环境与陆地不同,海洋环境风力大,对海域作业无人机飞行姿态影响较大,目前缺少针对海洋特殊应用环境开展的针对性研究和应用范例,此次开展台风灾害调查,虽然前期做了详细的方案,但在实施过程中仍是摸着石头过河。

(2) 获取高质量的海域无人机遥感数据存在难点。目前海域无人机监测技术应用还属于探索阶段,没有建立起完善的作业和安全管理标

准,无人机作业飞行和任务载荷配置等多按之前积累的一些经验进行操作,容易导致无人机系统获取的数据质量不统一,一次性获取合格影响的难度较大。

(3)无人机海域大倾角影像数据处理技术存在难点。由于海面风力较大且不稳定,无人机体积小、载重量轻,无法使用专业航空相机、姿态记录仪和稳定平台等辅助设备,致使拍摄姿态不稳,所得图像的畸变较大,相关参数少,导致后期

图像处理很困难^[5]。今后,在载荷允许情况下携带专业航空摄影机、姿态记录仪和稳定平台等辅助设备,减轻后期影像处理的难度。

(4)飞行场地难以选择。由于无人机作业的特殊性,需要绝对的净空和良好的飞行降落场地,但海边作业不比陆地,海边没有平整场地并且种有高大浓密的防风林,这对于良好的飞行场地选择和飞控手的技术操控提出很高的要求。

参考文献

- [1] 李德仁,李明. 无人机遥感系统的研究进展与应用前景[J]. 武汉大学学报, 2014, 39(5): 505—540.
- [2] FAHLSTROM P G, GLEASON T J. 无人机系统导论[M]2 版. 吴汉平, 邵国培, 译. 北京: 电子工业出版社, 2003: 13.
- [3] 法斯多姆. 无人机系统导论[M]2 版. 吴汉平, 译. 北京: 电子工业出版社, 2003: 13.
- [4] 王芳, 宋士林, 葛清忠. 无人机在海洋调查中的应用前景展望[J]. 海洋开发与管理, 2013, 30(2): 44—45.
- [5] 李珊珊, 苑文颖, 宫辉力, 等. 无人机遥感系统在灾害损失实物量评估中的应用[J]. 测绘科学, 2013, 38(6): 76—78.