

# 无人机倾斜摄影技术在地质灾害调查中的应用

祁育德 杨利永

新疆地质工程勘察院有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v6i4.1557

**[摘要]** 常见的地质灾害有塌陷、崩塌、泥石流、滑坡等,对环境造成非常大的破坏,威胁周边居民人身安全,因此加强对地质灾害的治理尤为重要。随着无人机技术的发展与创新,无人机在测绘领域也得到了进一步应用,其中无人机倾斜摄影测量技术出现极大的提高了测量工作的质量和效率。目前,在我国地质灾害防灾抗灾工作中,无人机倾斜摄影测量技术为地质灾害调查工作的高效精确开展提供了有力的技术支持。本文就无人机倾斜摄影测量技术在新疆阿图什市地质灾害更新调查的应用进行全面探讨和研究,为项目实施提供依据。

**[关键词]** 无人机; 倾斜摄影测量; 地质灾害; 应用

**中图分类号:** V279+.2 **文献标识码:** A

## Application of UAV Tilt Photography in Geological Disaster Investigation

Yude Qi Liyong Yang

Xinjiang Geological Engineering Survey Institute Co., Ltd

**[Abstract]** Common geological disasters include collapse, debris flow, landslide, etc., which cause great damage to the environment and threaten the personal safety of surrounding residents. Therefore, it is particularly important to strengthen the control of geological disasters. With the development and innovation of UAV technology, UAV has been further applied in the field of surveying and mapping, among which the tilt photogrammetry technology of UAV has greatly improved the quality and efficiency of measurement work. At present, the tilt photogrammetry technology of UAV provides a powerful technical support for the efficient and accurate geological disaster investigation in China's disaster prevention and relief work. In this paper, the application of tilt photogrammetry technology of UAV in geological disaster renewal survey of Atushi City, Xinjiang is comprehensively discussed and studied, which provides a basis for project implementation.

**[Key words]** UAV; tilt photogrammetry; geological disaster; application

山崩、滑坡及泥石流等地质灾害对人类社会有着十分严重的影响和危害,因此做好地质灾害的防灾抗灾工作具有重要的意义。在充分分析研究已收集地质灾害灾情险情资料的基础上,采用测绘遥感解译、地面调查等工作手段,开展阿图什市崩塌、泥石流等地质灾害隐患进行更新调查,基本查明地质灾害及其隐患的发育特征、分布规律及形成的地质环境条件,对已发生的崩塌、泥石流等地质灾害点进行调查,了解其分布范围、规模、结构特征、影响因素和诱发因素等,并对其复活性和危险性进行评估,圈定地质灾害易发区和危险区,完善地质灾害信息系统,健全完善群测群防的监测网络,为减灾防灾和制定防灾规划提供基础地质依据,查清地质灾害隐患底数,减轻或消除地质灾害对重大工程设施、当地居民生产、生活的威胁,最大限度地遏制地质灾害的危害,最大程度地保护当地人民群众生命财产安全。无人机倾斜摄影测量技术的出现,转变了传统人工地质灾害

调查模式,并促进相关工作质量和效率的提升,为地质灾害防灾抗灾工作的制定和部署提供了强有力的技术保障。

### 1 无人机倾斜摄影测量技术概述

无人机倾斜摄影测量技术是一种新型测绘技术,是基于传统航空摄影技术发展而来的测绘方法,通过结合现代测绘技术和地面立体三维技术来实现地面空间信息的全方位、多角度测量。从技术角度来看,无人机倾斜摄影测量技术主要由无人机技术和倾斜摄影技术组成,在设定无人机飞行路线后,通过倾斜摄影中垂直和前后左右四个倾斜相机进行同步摄影采集,由此获取精确的数据信息,并通过定位、融合及建模技术生成三维模型。

### 2 无人机倾斜摄影测量技术原理

从字面意思理解,倾斜摄影是一种区别于垂直或水平方向的摄影方式,是一种按照一定倾斜角度完成摄影的拍摄方式。具

体而言,无人机倾斜摄影测量技术是在无人机上安装一个倾斜摄影装置,而该装置由5目相机组成,分别为下视、前视、后视、左视和右视5个镜头。其中下视镜头负责垂直方向摄影,其目的在于制作数字高程摄影的正射影像。而前视、后视、左视和右视四个相机则均为倾斜摄影,其角度一般为 $14\sim 45^\circ$ 之间,负责获取测量目标侧面纹理影像。在摄影测量过程中,5个镜头之间通过时间同步装置来实现成像的对准,进而由姿态测量装置提供影像姿态和位置参数。最后,无人机采集的数据信息由数据处理软件进行纠偏、校正及融合等处理,并生成精确的三维模型影像。

从技术角度来看,首先,无人机倾斜摄影技术能以多角度对测量目标进行拍摄,相比传统正射影像反馈的地质信息更加全面,因此倾斜摄影测量技术的出现弥补了过往正射影像存在的缺陷与不足。其次,倾斜影像还可实现单张影像测量,也就是说通过影像处理软件能够从单张倾斜影像中的地质信息进行高度、坡度、剖面及体积等进行计算,从而进一步拓展了无人机倾斜摄影技术的应用范围。最后,倾斜摄影技术所生成的数据信息相对较少,与GIS技术所采用的庞大数据形成了鲜明的对比,因此在数据传输及共享方面也存在较大的便利性。

### 3 无人机倾斜摄影技术的特点分析

①限制条件少。无人机无需机场,受地形限制较小;可低空飞行,对地质灾害发生地区的作业环境要求较低;可以拍摄到无法到达的区域,对地质灾害的调查更加全面;②全自动化,对人员技术要求不太高,操控员只需要根据操作手册学习无人机的相关理论知识和应用知识便能顺利操控无人机。③能便捷、高效地获取高清影像,降低时间及人力成本,拍摄角度多,可多方位、多视角地对同一地物进行数据采集;④相邻影像间重叠度高,可以较真实还原地物形态;⑤规划好拍摄范围,基本上是智能化执行,无需过多人工干预,最终生成直观三维模型,并且具有可量测性。

### 4 无人机倾斜摄影测量技术在地质灾害中的应用优势

#### 4.1 经济性客观

在地质灾害调查工作中,我们能够根据调查工作需求选择科学合理的无人机类型,同时相关配件设备维护保养也相对简单,从采购到应用再到后期维护的资金投入相对较低,因此无人机倾斜摄影测量技术具有十分可观的经济性。

#### 4.2 灵活性好

一般而言,地质灾害调查均为室外作业,且作业空间环境条件较为恶劣,因此传统测绘技术很难安全高效的完成测量工作。无人机倾斜摄影测量技术以无人机为依托,只需在特定飞行路线完成拍摄作业后便可采取精准全面的地质灾害信息,因此该技术具有极大的便利性。随着无人机技术的不断发展和创新,无人机能够在较为恶劣的环境下完成飞行目标,工作人员只需进行远程操控便可完成地质灾害的测量调查任务,极大的提高了测量工作的效率及工作人员的人身安全。

#### 4.3 精准度高

在过往地质灾害调查工作中,传统航空摄影技术只能获取正射影像,这种测量结果很难准确全面的反馈出地质灾害情况及信息。而无人机倾斜摄影测量技术则突破传统航空摄影技术壁垒,以多角度对地质灾害信息进行摄影和采集,从而获取更具清晰和全面的影像。从技术角度来看,无人机倾斜摄影测量技术获取的地理灾害数据信息误差更低,同时还能实时生产高精度的三维影像模型,因此加大的提高了地质灾害调查工作的质量和效率。

### 5 无人机倾斜摄影测量技术在地质灾害中应用的数据获取

#### 5.1 工作区资料收集

资料收集包括收集工作区的基本资料和野外踏勘,工作区的基本资料包括已有地形图和卫星图像资料,摄区内气候、交通等情况以及航摄区域内有无军事设施、部队等涉及国家秘密的禁飞区域;现场踏勘包括观察测区有没有高建筑物、高压电线以及信号发射塔等设施,进而确定航摄的安全高度以及选择无人机起降场地。基于以上收集到的详细资料和现场踏勘,全面综合分析,制定了详细周全的航摄飞行计划,为后续工作的安全开展和及时完成提供了有力保障。

#### 5.2 航线设计

针对工作区的地形地貌特点,我们充分发挥大疆M300旋翼无人机的特点,针对单个高位滑坡灾害点进行航线规划。可以根据地面海拔高度进行航高调整,从而能够保证整个测区的摄影分辨率都保持一致,使成果影像分辨率更高。根据灾害点的研究程度、灾害点的范围大小、灾害点的地形地貌条件、摄影时天气情况等各方面因素来确定采用哪种模式进行航线设计,既满足项目需求,又能在保证安全和高效的情况下完成航摄任务。

#### 5.3 航摄数据采集

由于崩塌、泥石流等影响,调查区域内的局部道路破坏较为严重,对勘查人员的及时到位产生较大的影响,因此需要结合航空影像数据有效布设调查路线。航拍影像数据的获取是地质灾害调查的基础,主要包括以下几个方面的内容:①无人机型号的选择,根据飞行参数、续航能力等确定,本次选择的无人机型号为大疆M300 RTK;②飞行航线设计,根据无人机型号,确定本次调查飞行的行高、航向重叠度和旁向重叠度等参数,为了提高本次应急调查精度,无人机中搭载了赛尔倾斜摄影相机,同时根据待测区域已有大比例尺地形信息等,确定飞行区;③由上可知,本次地质灾害调查过程中测绘区域区的航向重叠度和旁向重叠度为 $75\sim 80\%$ 之间;④本次选择的无人机具有较高的稳定性和较长的续航能力,在获取影像数据的同时,应及时检查影像数据的质量,直至数据质量满足要求为止;⑤在满足待测区域地质灾害调查对时间需求的基础上,尽可能地选择天气状况较好的时段进行,尤其是风速条件等。⑥在飞机采集数据过程中,无人机操作人员需对飞机的状态进行实时监控,密切关注飞机当前的位置、姿态、环境风速、电池电量等,面对突发情况,沉着冷静

应对。在每一个架次降落后,下载机载pos数据和影像数据,检查飞行情况和影像质量,检查影像是否有云雾等,判断是否需要补飞和重新航摄,确保数据的可用性和完整性。

## 6 无人机倾斜摄影测量技术在地质灾害中应用的数据处理

### 6.1 pos数据解算

大疆M300 RTK自带PPK/RTK融合差分模块,在地面站软件无人机管家的智理图模块中将机载pos数据进行解算,获得高精度的飞机pos数据,保障后续空三加密的精度。

### 6.2原始航片整理

查看原始航片是否清晰,有无模糊和发虚的现象,影像色调是否大致一致,对有阴影和薄雾的影像要进行处理。对色差较大的航片,需进行整体的匀光匀色,以保证同一工作区的影像色调一致,色彩丰富、有层次,满足正射产品和三维建模的数据要求。

### 6.3正射影像制作

6.3.1航片空三加密处理。利用解算过后的精确pos数据和无人机数码航片作为空三加密的原始数据,运用光束法区域网平差;通过航测内业方法(包括内定向、相对定向、公共连接点的转刺)构建空中三角网,并将外业控制点成果导入系统按严密的数字模型进行区域整体平差,得到优化后的外方位元素和加密点成果。空中三角测量作业流程。

6.3.2数字表面模型(DSM)制作。在无人机数字摄影测量工作站中,导入空三加密成果、恢复测区并创建立体像对,自动生成模型DSM,可以按照需求设置采用间距。

6.3.3数字正射影像图(DOM)制作。数字正射影像(DOM: DigitalOrthophoto Map)是利用数字高程模型(DEM)对单张数字化航空影像,逐个像元进行投影差改正,得到单张正射航片,再对正射后的单张航片进行影像镶嵌处理,得到整个工作区的DOM。

### 6.4三维模型制作

(1)建立工程。打开ContextCapture Master软件,输入工程名称和存储路径,把准备好的原始数码航片、相机文件和pos文件分别导入,注意pos文件里面的照片名字要与原始航片上的名字完全一致且能一一对应,建立好工程,并在3D模式下检查照片是否有丢失或者是飞点的情况,没有问题后就准备下一步。(2)空三处理。前面一切正常后,点击空三处理,设置好各参数后,开启Engine,进行空三处理。若项目有像控点,则在这一步导入像控点坐标,然后在照片上选取像控点,完成后选择用控制点进

行平差解算。完成空三处理后,检查每张照片是否被识别,并全部被定位。检查精度报告,看平差结果是否满足精度要求。(3)重建生成模型。点击提交重建,根据数据量的大小和图像处理硬件设施,选择是否进行分块处理建模(处理器内存越大,一次建模处理的面积也就越大,故建议使用工作站的模式来进行数据建模),提交生成模型,选择好模型种类和输出路径,开启Engine,等待模型生成完成。(4)模型检查与输出。待模型生产完成后,使用ContextCaptureViewer打开结果,检查三维模型的完整性,模型成果合格后提交给解译人员使用。

### 6.5结果分析

针对高山地区,采用倾斜摄影技术,获取研究区三维模型数据,根据无人机正射影像成果数据滑坡体全貌、滑坡体局部以及无人机倾斜摄影影像成果数据滑坡体全貌、滑坡体局部对比可见,针对这种高位的远程滑坡,利用无人机倾斜摄影技术生成的三维实体模型能很好的反应灾害体的整个形态特征,让解译人员能很直观的对灾害体进行定性分析、定量数据量测。所以针对这种灾害体前后缘高差很大,正射影像无法真实的反映滑坡体的地貌形态,利用倾斜摄影技术获取滑坡体三维实体模型是一个很好的解决方案。

## 7 结论

无人机倾斜摄影测量技术目前在地质灾害应急抢险中发挥着其及时、灵活、可视化高的优点,利用无人机能很好的应对高山地区的地貌特征,保证摄影质量,得到较高分辨率的摄影成果,为精细化灾害调查提供了很好的解决方案。利用无人机倾斜摄影技术,得到高位滑坡体的实景三维模型,能让遥感解译工程师更清晰明了的对灾害体进行定性和定量分析,对滑坡体灾害的后序走势作出预测,为灾害治理提供数据支撑。

### 【参考文献】

- [1]无人机倾斜摄影技术在地质灾害调查中的应用杨帆[N].《云南水力发电》,2021-04-16.
- [2]朱磊.无人机倾斜摄影测量技术在地质灾害应急调查中的应用[N].《西部资源》,2021-12-28.
- [3]雷闻,邹嵘嵘.无人机倾斜摄影在地质灾害调查中的应用[J].区域治理,2019(36):176-178.

### 作者简介:

祁育德(1991--),男,蒙古族,青海乐都人,本科,测绘工程师,测绘工程专业工程测量。