无人机倾斜摄影测量在地质灾害调查中的应用与研究

Application and Research of UAV Tilt Photogrammetry in Geological Disaster Investigation

韦昭传 陈卓佳

Zhaochuan Wei Zhuojia Chen

贵州省地质矿产勘查开发局

一一五地质大队

中国·贵州 贵阳 551400

Guizhou Geology and Mineral Exploration and
Development Bureau 115 Geological Brigade,
Guiyang, guizhou, 551400, China

【摘要】论文以贵州省某县高位地质灾害调查项目为例,研究无人机倾斜摄影测量及其成果实景三维模型在地质灾害调查中的应用。通过对地质裂缝调查、危岩体调查、地质剖面绘制、地质点定位、地形图绘制等方面的应用研究,得出其相较于传统的野外地质调查拥有着直观、方便、成本低、风险低、效率高、精度高等优势,对类似地质灾害调查具有参考价值。

【Abstract】This paper studies the application of UAV tilt photogrammetry and its real three-dimensional model in geological disaster investigation, taking a high-level geological disaster investigation project in a county of Guizhou Province as an example. Through the application research of geological fracture investigation, dangerous rock body investigation, geological section drawing, geological point positioning, topographic map drawing and so on, it is concluded that compared with the traditional field geological disaster investigation, it has the advantages of intuition, convenience, low cost, low risk, high efficiency, high precision and so on, which has reference value for similar geological disaster investigation.

【关键词】无人机;倾斜摄影测量;地质灾害调查;实景三维模型

【Keywords】UAV; tilt photogrammetry; geological hazard survey; real 3D model

【DOI】10.36012/etr.v2i4.1688

1 引言

随着测绘行业与无人机航拍技术的发展,根据现有项目的需要,近年来无人机倾斜摄影测量技术得到了长足发展。基于倾斜摄影测量技术生产出的实景三维模型,全面、清晰且高精度地重建了地面的复杂场景,更直观真实地反映地物地貌的实际情况,同时还能通过软件输出 DSM、DEM 等多种成果,满足测绘行业需求,更被越来越多的行业认可和应用。论文结合贵州某县高位地质灾害调查项目,对无人机倾斜摄影测量的关键技术、生产流程进行介绍,探讨其在地质灾害调查中的应用与研究,判断其在地质灾害调查中的工作效率和成果质量,为技术的发展提供支持。

2 倾斜摄影测量及实景三维模型

无人机倾斜摄影测量技术是让搭载高清相机的无人机依照规划的航线低空飞行,多角度、全方位采集获取包涵目标物的绝对位置、尺寸、纹理等属性信息的高分辨率带有空间位置信息的可量测影像数据,经空中三角测量计算,输出高精度、高分辨率的清晰立体式实景三维模型^[1]。此次地质灾害调查区位于贵州某县村庄,地形起伏大,海拔 1650~1850m,相对高差 200m。

2.1 倾斜摄影测量前期工作准备

勘测人员首先收集该地质灾害点所在区域的 2 个国家控制点作为起算数据,并在地质灾害点测区范围内均匀布置像控点。此次调查区面积约 2.3km²,布置了 13 个像控点。由于地势落差较大,为了保证测量精度,以崖底道路为界分为南北两部份分区域进行倾斜摄影测量。由于区域内坡顶坡底落差较大,为了保证飞行安全,满足精度要求,本次倾斜摄影测量航高设置为 200 m,旁向重叠度 75%,航向重叠度 80%。

2.2 倾斜摄影影像采集

倾斜摄影外业工作组包括无人机机长和副手各一位,机长负责规划航线和操控无人机,副手配合机长辅助无人机起降。本次航拍设备采用大疆精灵 4 旋翼无人机,该测区以崖底道路为界分为南北两部份,北面部分分为 2 个航飞区块,南面部分分为 3 个航飞区块,共 5 个区块,每个区块都进行“井字+正射”共飞行 25 架次。倾斜摄影无人机共飞行约 300 分钟,获取有效影像 7312 幅。

2.3 倾斜摄影影像处理

倾斜摄影影像处理主要包括空中三角测量计算及三维实景建模。现有许多处理影像的软件,由于此次测区范围较大,

获取有效影像较多,采用目前主流建模软件由 Bentley 公司开发的 Context Capture(以下简称“CC”)软件处理该组影像。相较于其他软件,CC 具有自动化程度高、成果输出快、建模效果好等优势。将由大疆精灵 4 旋翼无人机拍摄的影像导入 CC 中先后采用“影像定位信息进行严格配准”和“精确地根据区块控制点平差”进行 2 次空中三角测量计算,然后经生成密集点云、构建 TIN 三维模型、纹理自动映射处理三个步骤,构建出测区三维立体实景模型。

2.4 倾斜摄影成果输出

由 CC 可生产测区正射影像图、实景三维模型等多种格式的多种成果。实景三维模型加载到 EPS 三维测图系统或南方 CASS 等软件中,可以浏览或直接在实景三维模型读取地质灾害调查区相关数据。

3 在地质灾害调查中的应用

地质灾害,通常指崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降六种与地质作用有关的危害人民生命和财产安全的灾害,因此地质灾害调查显得尤为重要且紧迫。地质灾害调查结合高性能无人机倾斜摄影测量技术,对难以到达的隐蔽性强的高陡斜坡体进行详细调查。通过观察高陡斜坡体是否具有变形现象,对危岩体规模的隐患点进行观察及测量,使其数据更具准确性,进一步甄别高位地质灾害程度^[9]。

此次地质灾害调查为剥蚀—侵蚀低中山沟谷地形地貌,陡崖处坡度 30°~90°。陡崖上局部为悬岩,崩塌(危岩体)陡崖面高约 200m,宽约 550m,呈西南—北东向展布,厚度 5m,岩体节理、卸荷裂隙极为发育。危岩体的体积为 800000m³,属自然的倾倒式大型崩塌。在调查中,此种地形采用传统常规穿越法和追索法调查,项目人员工作量大,工作效率低,且许多隐蔽性强的陡高陡项目人员难以到达,无法对灾害点进行准确分析与判断。因此,无人机倾斜摄影测量技术在此次地质灾害调查中得到了很好的应用。

3.1 地质裂缝的调查

通过倾斜摄影测量输出的实景三维模型,可以清晰地不同距离、不同角度的全方位观察地质裂缝,还可以通过线划软件对裂缝的走向、走势进行描绘,也可以对裂缝的长度、宽度,甚至深度直接进行量测。相比传统的地质裂缝的调查,倾斜摄影测量技术运用在地质裂缝的调查中更直观、更全面,同时还提供了精准的数据支撑。

3.2 危岩体的调查

实景三维模型对地质危岩体做了更直观、更精确的呈现,可以清晰地任意视角观察、测绘危岩体。危岩体大多是不规

则的形状,通过线划软件在实景三维模型中可以对危岩体各段进行长、宽、高的测量,更是可以用微分法直接精确计算危岩体的体积、体量。通过对危岩体下方地形地貌的走势观察和分析,推算出危岩体垮塌后的滚落方向,估算出危岩体垮塌危害范围。

3.3 地质剖面的高精度绘制

倾斜摄影测量不仅可以建立实景三维模型,还可以输出 DEM、DSM 等成果。地质人员可以在图上任意方向布置勘探线,根据布置的勘探线,可以快速地提取该线上的地表高程数据,快速、高精度地绘制出地质剖面,尤其在对“凹腔”“鹰嘴岩”等多种特殊地形中,实景三维模型对地形的体现更直观、更准确,绘制的地质剖面更精确,这是传统测量方式无法达到的。

3.4 特殊位置精模的应用

在调查中,可以针对性地对重点区域、特殊位置进行近距离的环绕拍摄,通过对该部位进行精细化模型的建立,获得局部的更加高分辨率、高精度的模型。局部精细化模型能直接观察岩层地层分界线,定位和测量地层分界点;还可以判别岩石的类型,测量岩层的走向、倾向和倾角。对裂缝、危岩体等重要地质要素观察和测量的精度更高,对凹腔、鹰嘴岩等特殊地形呈现更精确。

3.5 大比例尺地形图绘制

根据倾斜摄影输出的实景三维模型,采用 EPS 三维测图系统或南方 CASS 等软件,直接线划生产 1:2000 地形图等。用于地质灾害调查的基础图件,可用于地质灾害调查的勘察设计等工作。

4 在地质灾害调查中的优势

4.1 降低成本

无人机小巧轻便,操作难度系数不高,两位经过专业培训后的飞控人员短时间内即可高效率、保质保量地完成地质灾害调查野外信息采集。相比以往传统调查需要投入大量人力物力和时间,无人机为项目开展提高了效率,节约了大量野外作业成本。

4.2 缩短工期

无人机起飞灵活,飞行速度快,可快速到达预定的测区,对地质灾害点采集影像速度快。相对于传统调查人员现场勘测,无人机不受沟壑纵横复杂地形地貌影响,不存在人力无法到达隐蔽地区,极大地缩短了野外信息采集工期。直接通过实景三维模型测量出地形、地质要素,提高了地质灾害调查的效率。

(下转第 107 页)

3 软件设计

如图2程序流程图所示,初始化程序是液晶屏的初始功

图2 程序流程图

能设定和数字温度传感器的初始设置。液晶显示程序是装置开机是初始的画面的显示内容。是否启动测量程序是检测启动按键是否启动,如果启动了,则开始定时采集裂缝数据;如果没有启动,则停留在初始状态。定时测量数据计算扩张速度程序是定时读取光栅尺的裂缝测量数据并保存到存储区,并用于根据时间计算裂缝扩张的速度。液晶显示数据保存数据程序是显示测量的结果数据和计算数据,并把数据保存供以后翻看记录。采集温度值调节环境温度程序是数字温度传感器采集装置环境温度,如果温度过高,启动排风扇降温,保证光栅尺在工作温度范围内,提高测量精度。

4 结语

本房屋裂缝监测装置基于单片机技术,以单片机为控制器,用高精度光栅尺测量裂缝宽度。本房屋裂缝监测装置成本低,应用方便、灵活,只需要将光栅尺安装在裂缝的两侧,裂缝扩张带动光栅尺移动,便可测量出裂缝的扩张宽度。

参考文献

[1]郭天祥.51 单片机 C 语言教程[M].北京:电子工业出版社,2015.

(上接第96页)

4.3 提高质量

无人机倾斜摄影测量技术可通过设置航飞高度以及旁向、航向的重叠度,采集不同分辨率的影像数据。低空飞行,以及足够高的重叠度,能够采集到高分辨率的影像数据,加上均匀密布的像控点,可以得到高精度的实景三维模型,且该成果误差不会产生传递,精度均匀。保障了精度要求^[9]。同时,实景三维模型是从多个角度获取影像数据资料,从而获得更加完整、准确的数据内容,其直观、全面及完整性的特点也避免了漏测、漏画等问题导致的各种纰漏,从而影响调查的结论。在实景三维模型上可以直接对裂缝、危岩体、崩塌陡崖面进行量测,可以通过影像成果直观、方便地观察裂缝、危岩体、崩塌陡崖面的走势、尺寸、分布及灾害威胁范围,为后面地质调查分析提供有力的支持。无人机倾斜摄影测量技术为灾害的调查的精度及结论提供了质量保证。

4.4 安全保障

无人机受地质地貌环境影响较小,通过无人机对山川沟壑、裂缝、危岩体、崩塌陡崖面等人力无法到达隐蔽地区进行航拍拍摄获取高分辨率带有空间位置信息的可量测影像数据,避免了野外地质灾害调查人员去实地勘测所承受的安全

风险,保障了野外地质灾害调查人员的人身安全。

5 结语

通过无人机倾斜摄影测量及其成果实景三维模型在地质灾害调查的应用研究,得出相较于传统的地灾调查拥有直观、方便、强度小、成本低、风险低、效率高、精度高等优势,值得进一步推广和研究。但目前无人机倾斜摄影测量技术作为近几年来兴起的一种新兴技术,在地质灾害调查工作中的应用也只是初步应用,在地质灾害的其他方面无人机倾斜摄影测量技术也可以探索深入应用,如地质灾害点的变形监测、地质灾害应急调控及救灾等方面。未来,随着无人机科技的发展,以及倾斜摄影测量技术的优化,相信无人机倾斜摄影测量技术在地质灾害调查、地质灾害监测中将发挥更多的作用。

参考文献

[1]吴现兴.无人机摄影测量及数据处理技术在地质灾害应急调查中的应用[J].国土资源导刊,2019,16(4):65-68.

[2]胡才源,章广成,李小玲.无人机遥感在高位崩塌地质灾害调查中的应用[J].人民长江,2019,50(1):136-140.

[3]李欢.低空无人机倾斜摄影测量成果精度研究[J].甘肃科学学报,2020,32(2):27-33.