

基于无人机倾斜摄影的地质综合测绘技术分析

王敏¹ 郭明志²

1 昆明市测绘研究院 2 云南省有色地质局三〇八队

DOI:10.32629/gmsm.v8i5.2310

[摘要] 地质测绘是地质勘查的重要手段,在分析地质现象、评估地质灾害风险和地质资源的开发利用等方面发挥了重要作用。但是传统地质测绘多采用单点测量方法,存在高程误差大等问题,难以保证测绘精度。因此,全面优化地质测绘技术方法尤为重要。本文提出基于无人机倾斜摄影的地质测绘方案,借助无人机明确飞行高度等参数,科学规划航摄路线,通过倾斜摄影技术全面采集测绘数据,并对数据进行标准化处理,构建三维模型,生成可视化内容,实现综合测绘。实验结果显示,基于无人机倾斜摄影的测绘方案能够有效控制误差,提高测绘精度,满足地质综合测绘要求。

[关键词] 无人机倾斜摄影; 地质综合测绘; 应用

中图分类号: V279+.2 文献标识码: A

Analysis of geological comprehensive surveying and mapping technology based on drone oblique photography

Min Wang¹ Mingzhi Guo²

1 Kunming Institute of Surveying and Mapping

2 No. 308 Team of Yunnan Nonferrous Geological Bureau

[Abstract] Geological surveying and mapping is a crucial method in geological exploration, playing a significant role in analyzing geological phenomena, assessing geological disaster risks, and exploiting geological resources. However, traditional geological surveying and mapping often employs single-point measurement methods, which suffer from issues such as significant elevation errors, making it difficult to ensure surveying and mapping accuracy. Therefore, comprehensively optimizing geological surveying and mapping techniques is particularly important. This paper proposes a geological surveying and mapping scheme based on drone oblique photography. By utilizing drones to precisely determine flight height and other parameters, scientifically planning aerial photography routes, comprehensively collecting surveying and mapping data through oblique photography technology, standardizing the data, constructing 3D models, and generating visual content, comprehensive surveying and mapping is achieved. Experimental results show that the surveying and mapping scheme based on drone oblique photography can effectively control errors, improve surveying and mapping accuracy, and meet the requirements of comprehensive geological surveying and mapping.

[Key words] drone oblique photography; comprehensive geological surveying and mapping; application

随着经济社会的快速发展,新建工程项目的数量明显增加,工程建设环境的复杂程度也明显提高,为了保障工程效益,在前期准备时需要重视地质测绘工作,引入精准、高效的测绘技术手段,结合测绘结果绘制相应的图纸,保证测绘精度的同时,为工程建设提供可靠依据。但是地质综合测绘涉及内容较多,专业性强且复杂程度高,测绘结果容易受其他因素影响,导致实测数据和真实数据存在较大偏差,难以保证测绘精度。随着科技的发展与进步,越来越多的先进技术方法在地质测绘中得到应用,对于提高测绘质量和效率发挥了重要作用。无人机倾斜摄影是目前

常用的一项地质测绘技术,在工程地质勘查、地籍测绘、地质灾害调查等诸多领域发挥了重要作用。研究显示,运用无人机倾斜摄影技术能够高效、全面地采集测绘数据,并通过对测绘数据的系统处理,可以得到直观的结果,减少误差,满足现代化测绘要求^[1]。因此,在地质综合测绘中需要重视新技术的应用,以提高测绘精度和效率。

1 基于无人机倾斜摄影的地质综合测绘技术

1.1 航线规划

在地质综合测绘中应用无人机倾斜摄影技术,科学规划航

摄路线为首要任务,无人机倾斜摄影航线是否合理直接决定测绘数据采集的全面性。在航摄路线设计实践中,应当重点分析影像采集的地面分辨率等关键参数,保证获取影像的整体质量。因为无人机飞行高度是影响分辨率的主要因素,所以需要严格控制航摄高度。在高度控制方面,需要做好现场勘查工作,明确测区最高地物的具体高度,在此基础上确定无人机航摄的最大高度值,从而明确高度控制区间。除此之外,为了进一步提高综合测绘质量,在应用这一技术方法的同时,还需要关注采集影像信息的重叠度,在重叠度一致的前提下进行区域范围内纹理信息的采集,合理规划航摄间距^[2]。例如,测区内不同地物的高程等参数存在差异,在无人机航摄的过程中,所捕捉到的地物侧面与地面衔接处的影像数据可作为关键临界参照,同时,通过无人机航摄获取的地物整体侧方纹理信息也涵盖在这些临界参照范畴内。为确保信息采集既精准又全面,需在不同临界参照点之间科学规划航摄路线,并重视航线间隔、方向重叠度等关键参数的控制。通过综合考虑相关要素,实现无人机倾斜摄影航摄路线的科学规划。当某一测区的地物密集度高,为了避免其他因素对影像清晰度的影响,通常要在主体航摄路线周围增加一定数量的辅助路线。

1.2 测绘数据采集和处理

完成航摄路线的规划后,工作人员依据预设路线进行无人机的操控,在航摄阶段,机体搭载高性能等相机,满足自动拍摄需求,获取高清影像图。但是在无人机倾斜摄影的过程中,容易受气候条件等外界环境因素干扰,导致部分图像质量不佳,难以满足综合测绘要求,所以在获取航摄影像数据后,还需要对数据进行进一步处理。针对数据的使用,需要将其进行时间序列分布,并为每个数据赋予编码,在此基础上展开聚类分析,从而有效清除与测绘要求不符的图像数据^[2]。在具体操作实践中,主要使用滑动窗口对影像数据进行处理,并结合测绘工作的具体要求,编制科学的判断规则,为影响数据的质量评价提供依据。在信息质量判断时,为了防止数据集出现异常改变,还要持续完善判断规则,可引入最大斜率等方法。当数据流存在明显的变化,需要对其进行聚类分析,依据最大效率原则对影像数据进行综合分析判断,根据判断所得结果,将不符合标准的数据彻底剔除,以此完成测绘数据的预处理工作。对于满足综合测绘要求的影像数据,需开展进一步处理:先对图片实施校正操作,随后结合空三测量成果以及有限的地形高程参数展开后续处理,对每张图像构建地形三维模型,通过运用数字正射影像图生产技术,对每张图像进行色彩度调整、拼接及正射矫正等处理,实现航摄数据的全面纠正。

1.3 算法设计

三维地质模型构建依赖地质测绘数据,通过对这些数据的专业处理与分析,能够获取地质体的形态、结构及属性等信息。为了确保模型精度,还需要加强对其他先进技术方法的应用,如计算机视觉处理技术等,引入基于环境模型的智能算法,通过特征采集、影像匹配等一系列技术方法,提高模型精度。在三维重

建算法应用实践中,特征点的提取是关键一环,通常情况下可以使用SIFT特征提取影像信息,在此基础上获取特征点结果^[3]。k-d树是一种分割k维数据空间的结构,在多维空间重要数据搜索中应用广泛。在得到特征点提取结果后,可选用k-d树作为具体算法,实现特征点的匹配。在构建高精度匹配矩阵时,可运用8点算法,剔除部分无效点,进而生成满足几何约束条件的特征点集合。完成上述步骤后,依托相机模型,在明确参数、空间点坐标等相关信息的基础上,计算重投影误差,对平方和等参数进行精准计算,从而确定误差区间。函数如下:

$$d(e, r) = T_{er} \times (e, r)$$

e、r分别代表相机参数与空间点坐标,d表示误差函数,T是变量,f则为空间点于相机上产生的重投影误差。就算法优化而言,可选用稀疏光束法平差算法,通过该算法对重投影误差进行迭代计算,直至求出误差的最小值。依据这个误差最小值所对应的相机参数和空间点坐标,进一步算出最优的相机位置与姿态,进而获取三维点云的坐标信息。结合结果进行点云模型的建立,模型精度符合要求,整个范围内的点云分布较为稀疏。为了进一步提高模型精度,在地质三维模型重建后,可以引入多视图立体视觉算法,对点云数据进行加密处理,采用空间点扩散、过滤等处理方法,构建稠密模型^[4]。初始构建的三维模型场景内点云稀疏,无法准确反映地质环境的复杂细节与真实形态,而通过运用专业技术和算法对点云加密处理生成稠密模型,能够使模型精度和完整性得到显著提升。其能够充分反映地质结构、地貌特征等信息,为综合地质测绘提供更为丰富、准确的数据保障,提高科学决策水平。

1.4 可视化场景生成

基于三维重建算法构建地质环境点云模型,能够充分体现测区的地形、地貌等特征,为地质综合测绘提供可靠依据。同时,为了能够直观呈现基于无人机倾斜摄影的地质综合测绘结果,还可以对模型进行进一步处理。例如,应用三角网建立散发,对模型中的点云进行标准化处理,生成多个不规则的三角网,建立测区的数字高程模型,该模型具有显著的可视化特性^[5]。在模型建立时,需要确定控制点的高程信息,并做好平面位置等关键指标的采集工作,以控制点为核心,优化模型的整体框架,并借助插值等方法,综合处理其他区域的数据信息,在此基础上优化数字高程模型。在实践操作过程中,工作人员可以借助专业的影像处理和数据分析软件,具备自动化处理功能,能够根据工作要求自动匹配高程点,并为工作人员提供直观、信息全面的多维立体模型。

在综合测绘实践中,模型的建立需要以大量数据信息作为重要支撑,对信息处理能力有较高的要求,受限于性能等因素,计算机系统的渲染功能存在一定的不足,在测绘数据的可视化呈现过程中,可能会发生卡顿、掉帧等情况。为了能够有效避免相关问题的发生,在生成地质综合测绘可视化结果的过程中,可以应用数据简化技术,对测绘数据进行预处理,并依据层次呈现的基本原则,合理设置场景中不同显示对象的分辨率。受摄像头

等相关因素的影响,在观看地质测绘可视化场景的过程中,随着视点距离的增加,场景画质也会变得模糊,为了解决这一问题,可以引入多层次细节技术,有效减少其他干扰因素对视觉呈现效果的影响,去除低分辨率的图像信息^[6]。在三维场景下,漫游的视点数量较多,为了提高信息加载效率,通常还需要引入功能完备的缓存与多线程处理技术,结合具体的加载流程对数据优化调度,完成多维场景的构建。另外,在完成场景构建后,为了提高调度能力,需要重视分层存储技术的应用,充分结合用户视点的变化特征、规律,明确加载数据所处的具体层级,之后将数据高效传输至中心服务器。通过采用上述技术方法,能够实现测绘场景模型的持续更新,满足工作要求。

2 结果分析

2.1 工程概况

选取某测绘工程测区约2km²,区域内分布不同类型矿山,受矿石开采和人类活动影响,测区植被、土壤等生态环境功能减退,地形条件复杂,最大起伏区域高差超过70m。对测区进行进一步的地质勘查,能够发现区域范围内有多个矿坑,受当地气候等因素影响,一些区域存在积水问题,伴随一定的地质灾害风险。为了进一步加强环境治理,对该区域制定综合测绘方案。测绘方法为无人机倾斜摄影,设置多个控制点。完成点位设置外,科学规划航摄路线,对坡面等关键位置进行标注。本方案共使用4台高性能无人机,合理设置航向高度、地面分辨率等参数,获取数百张航拍影像,将其作为测绘结果。基于数据结果建立三维模型,直观呈现测区的地质信息,检测结果显示模型的精度高,符合矿山地质环境测绘要求,通过生成可视化场景,便于工作人员直观了解测区地质条件^[7]。

2.2 结果分析

为了进一步评价无人机倾斜摄影在地质测绘中的应用价值,对测绘结果进行系统分析,将测区范围内的多个坡面作为研究对象,应用全站仪对各个坡面的坡顶高程值进行测定,将实测结果与基于无人机倾斜摄影的综合测绘结果进行比较,获取高程相对误差^[8]。通过结果能够发现,测区内多个坡面的高程测绘结果中实际值和基于无人机倾斜摄影的测量值整体差异较小,最大相对误差和最小相对误差分别为1.30%和0.12%,提示一致性

良好。综合分析,多个坡面的坡顶高程相对误差在2%以内,处于合理范围,提示无人机倾斜摄影技术的应用优势显著,能够保证地质测绘精度,并有效减少误差。

3 结语

地质综合测绘的专业性强,复杂程度高,面临地形地势条件复杂的测绘环境,采用常规测绘技术手段的效果欠佳,容易造成误差过大,难以保证综合测绘精度。无人机倾斜摄影为地质综合测绘提供了新的思路和方法。在技术应用实践中,通过合理规划摄影航线,高效采集数据并构建三维模型,能够生成直观、可视化的测绘结果,并且结果误差处于合理范围,能够充分体现测区的地质条件和综合情况,为工程规划和建设提供可靠依据。

[参考文献]

[1]侯忠伟.基于无人机倾斜摄影测量的大比例尺地形图测绘方法研究[J].工程技术研究,2024,9(16):220-222.

[2]范印,李梁,刘登飞,等.无人机倾斜摄影测量技术在测绘工程中的应用研究——以农村房地一体化为例[J].无线互联科技,2021,18(19):79-81.

[3]刘兆,杨丽丽.基于倾斜摄影测量的大比例尺地形图测绘的质量控制——以某高原山地城市供暖测绘为例[J].地矿测绘,2021,37(4):50-52.

[4]彭万钦.无人机倾斜摄影测量技术在房地一体测绘中的应用[J].工程技术研究,2024,9(13):209-212.

[5]沈如稳.无人机倾斜摄影测量技术在地籍测绘中的应用分析——以蚌埠市辖区宅基地确权登记为例[J].安徽建筑,2021,28(2):178,186.

[6]刘宏韬,张伟.无人机倾斜摄影技术在测绘工程中的实施与应用[J].全面腐蚀控制,2024,38(5):73-75.

[7]徐林芝,周少岳,方猛.无人机倾斜摄影测量在大比例尺地形测绘中的应用[J].江西测绘,2024(2):32-35.

[8]薄勇,高茹茹,魏世磊.无人机倾斜摄影技术在测绘工程中的实施与应用[J].科学与信息化,2025(11):49-51.

作者简介:

王敏(1991—),男,汉族,云南楚雄人,本科,中级工程师,研究方向:无人机与管线测绘。