

探析无人机航测的矿山地形测绘技术

姚海东

清远市锐华测绘有限公司 广东清远 511500

摘 要: 无人机航测技术为一种新型的地形测绘作业方式, 由于其具有灵活多变, 易于操作; 设备和作业成本较低, 受气候和场地影响较小; 高效快速, 能够获得高分辨率的遥感影像, 在小区域、地形复杂地区和快速测量方面具有得天独厚的优势。近年来笔者多次采用无人机航测成图技术应用于矿区地形测绘中, 提高了工作效率、保证了工作质量, 取得了较好的经济效益。

关键词: 无人机航测; 矿山测绘; 地形测绘技术

引言

能源在社会的经济发展中起到举足轻重的作用, 加强对多元能源资源的勘探与开发已成为我国经济发展的要求。因此, 需要加强对矿山采空区的勘探与开发, 提高其效益。由于矿山采空区的地貌比较复杂, 因此存在许多危险因素, 例如不加节制地开采很可能会造成重大的安全事故。针对露天矿采空区治理中存在的问题, 现代科技采用三维激光扫描技术、地球物理综合探技术、高密度电法和综合检测技术, 对采空区进行精细勘探与检测, 从而获得采空区的空间分布特征和有关参数, 并对采空区的潜在危害性进行精准评估。无人机航测技术在采空区等重大安全隐患的地区, 具有较高的可靠性, 保障采空区的勘探安全。

一、无人机技术概述

1. 技术概述

无人机技术是指将高精度的遥感图像摄影系统安装到任务机上, 实现对空中和地面的精确、高效的拍摄和存取, 同时还具备监控、自动压缩、图像智能化处理等功能。无人机的研究包括: ①无人机。这个部件由飞行平台, 飞行系统等构成; ②换能器 (sensor)。采用的是5DMarkII型固定焦距数字摄像机, 具有2100万像素; ③航空、航空等领域的研究, UP30型无人机是一种用于航空飞行的导航系统, 它包括了飞行员的GPS接收机, 压力和速度等多种传感器; ④地表监测及遥测, 它的主体部分包括便携式工作站, 飞机控制软件等, 利用无人机对矿井进行制图具有明显的优越性: 操作周期短, 数据精度高; 使用简便, 省钱。无人驾驶技术是一种新兴的矿井勘测技术, 它对矿井地质、地质等真实资料的解译

有很大的帮助^[1]。

2. 无人机航测的显著优势

2.1 能够快速处理信息

无人飞行器的飞行测量具有数据快速、数据处理迅速等优点。无人机航测技术能够快速获得精确的信息, 解决了人工输入信息数据的问题, 所获得的信息数据使用了统一的坐标系, 这样就可有效地避免了经常进行坐标系统的切换, 确保了信息数据格式的统一性。

2.2 高效分辨影像数据

北斗 (BSSS) 是我们国家研制的具有较高定位精度的GPS系统, 利用卫星位置与影像融合等手段, 无人机航空测量技术能够大幅提升遥感影像的空间分辨率, 达到毫米级。无人机航测技术可用于大范围、复杂地形的勘测, 可大幅降低勘测精度。

2.3 高效采集外业数据

在矿区地形图测量中, 利用无人机飞行测量技术进行图像采集, 可在较少的一段时间内获得大量的图像。在矿区地形图测量中, 采用无人机飞行测量技术, 明显减少野外资料的收集时间, 通常只需要3~7天, 大大提高了野外资料收集的效率。

2.4 提高经济效益

无人机的飞行测量是适应人类发展需求的一项重要技术。这种技术结合了定位技术和影像融合技术, 实现了高效率的测绘, 与常规的测绘技术相比, 可大大减少测绘的时间, 同时还可以提升装备的利用率和经济效益。

二、矿山测绘中地形技术标准

1. 矿山测绘中的特殊地形

在矿山测绘工程中, 特殊的地形涵盖了多种不同的表现形式, 例如水资源区域、森林资源区域、地下深度

勘测、旧矿区测绘、旧城镇村社房屋密集区域的测绘。例如水资源区域是矿山企业资源开发中经常会遇到的特殊地形区域,在开展测绘工作时,需要勘测和分析地上水资源的分布情况,掌握地下水资源的勘测数据信息,全面把控地上水资源覆盖区域的面积和形状等有关的数据,利用无人机低空倾斜摄影测量技术等完成特殊区域的测绘任务。在森林区域测绘中,需要获取森林覆盖总面积、森林与矿山覆盖区域的地形变更信息以及森林区域整体的海拔参数,确认有关的数据,制定特殊地形的测绘方案。在地下深度勘测中,主要涵盖的是地下矿井的巷道测量,在开展矿井地下测绘工作的过程中,需要根据矿山测量的技术标准和要求,获取准确的测量结果,使用陀螺仪、全站仪等先进的设备,对地下深度勘测特殊地形区域进行测量,综合判定地下开采路径的纵向参数和横向参数^[2]。在旧矿区测绘中,有着复杂的现场环境,对测绘技术有着较高的要求,需要绘制基本的草图,并通过实际调查,确保野外草图清晰、准确,将矿区现场真实面貌精准地还原出来,防范误差风险。在旧城镇村社房屋密集区的测绘中,从特殊地形测绘的角度,需要掌握现场情况,精准地绘制野外草图,获取布局信息,保证相关测绘数据的可靠性、准确性。

2. 矿山测绘中特殊地形的技术标准

我国地大物博,地理面积大,因此在不同的地区存在着差异性较大的地形地貌条件,随着矿山测量项目规模的持续提高,测绘技术的应用有了更高的要求,考虑到影响测绘质量的因素较多,以及特殊地形的客观存在,需要保证测绘精度,提高整体项目的施工质量,需要在测绘技术的创新中,提高测绘水平。研发和应用特殊地形测绘技术,满足特殊地形的测绘工作需求,改变传统的测绘技术应用方法,对不同地形条件的特征进行总结,制定切实、可行的测绘方案,获取准确、全面的数据信息,明确特殊地形测量标准的前提下进行测绘活动。我国近些年来经济建设的脚步加快,在资源开发方面展开了深入的研究,使用资源和开发资源的总量均大幅度增长,有越来越多的资源开采活动已经趋于饱和,面对着特殊地形的矿山开采局限性约束,需要在先进的测绘技术应用中,提高测绘质量测绘效果,获取准确的测绘结果。矿山测绘工程在特殊地形的测量中,应使用全新的方法进行测量,改进传统的测绘技术手段,满足当前的测绘工作需求,按照测绘精度要求,实施精准的测绘活动^[3]。在具体的测量技术应用中,需要在开发测量技术之前。对特殊地形实际情况进行综合分析、统筹规划,

在现场进行考察,制定测量方案,获取基础的条件支持。在矿山测绘作业的实践中,保证测量质量达标,提高矿井开拓布置活动的准确性,从全局角度进行测绘技术的管控,提高对特殊地形测量的综合效率。

三、无人机航测在矿山地形测绘技术中的应用

使用无人机航测技术对矿山采空区等一些有安全问题的地区进行分析探查,这种技术具有可靠性高、效率高等明显优点,能够反映勘测区域的地形等信息。目前,无人机航测技术在矿山采空区的应用较少,尤其是在采空区勘探方面,使用无人机航测技术可以得到采空区的真实3D数据信息,进行影像处理与信息分析后,能够有助于采空区的勘探^[4]。因此,本文基于无人机航测技术在露天矿山采空区中进行应用设计与分析。

1. 基于无人机航测规划飞行航线

正确的航路规划不仅可以提高现场作业的效率,而且还可以确保图像数据的品质。一般情况下,测量结果的精度(比例尺、地面分辨率等)都是必须的。在矿山采空区勘探中,地面的分辨率以0.05或0.1为宜,应视工作区的大小、无人机的性能以及施工环境等因素而定。确定地面的分辨率后,无人机飞行航高是由摄像相机的参数确定的。为了减少无人机航拍影像的镜头畸变,通常情况下会使用长焦距镜头进行拍摄。无人机遥感影像的交叠速率(包括航向交叠速率和侧向交叠速率)决定了无人机航测技术的影像的空域采样密度,适当地提高交叠速率有助于提高结果的准确性。按照有关标准,一般情况下,航向交叠比例为60%~80%,侧向交叠比例为15%~60%,其数值直接影响相片基线长度及相邻航路间距。影像方向的交叠程度越大,影像的基线越短,且基高比越小。在三维模式下,当同一目标的相交角度过小时,将导致立体观察的结果下降,从而对高程测量的精度产生直接影响^[5]。与此同时,还要注意由于摄影基线太短而造成的漏拍,因此要从实际情况出发,从多个角度进行考量,在符合数据处理技术要求的前提下,可以适当地增加基高比,从而提高无人机高程的测量精度。

2. 提取采空区目标体

在对露天矿山下采空区进行探测的过程中,由于介质的复杂性和可变性,因此给无人机作业带来大量的数据信息,由于矿山采空区的信息占数据的小部分,因此对采空区进行探测,以降低后续的数据处理难度,这对于勘探隐蔽采空区有重要意义。在使用无人机航测技术对采空区进行勘探的过程中,矿山采空区位置具有未知性,如果进行大规模的探测,那么所需的信息资料也是

很多的。为了提高勘探探测效率,选择合适的方法对采空区进行目标体提取,可以极大地减少后续处理的工作量^[6]。与传统的采空区勘探方式相比,利用无人机航测技术对露天矿采空区进行探测,不仅是从表面上看,更重要的是它的“精细化”表现如下:利用无人机航测获得采空区爆破前后2个阶段的三维可视化模型,并结合真实的三维点云信息,具有良好的安全性和可操作性,并具有丰富的细节和纹理。利用高程点的信息,可以较好地反映爆破前后采空区的空间形貌变化情况。

3. 分析矿山采空区成像特征

在无人机对矿山采空区进行勘探的过程中,反射单波道的电磁波被采空区的接触面反射后,其相位以及极性、幅值等相关特征会出现不同程度的叠加或减少,使连续探测得到的图像在二维图上呈现与被探测对象相对应的双曲型^[7]。由于地层介质的非均匀性,高频电磁波在传输过程中会受衰减、散射、噪声以及电磁干扰等现象的影响,因此二维图像变得模糊不清。因为采空区的早期存在废石充填等现象,矿石品质较高的地区会存在缺少开采资料的盲区,所以为了提高安全管理的水平,适用露天开采,遗留的采空区对安全生产造成了影响。再加上矿山采空区地质形态的多样性,通常无法获得理想的双曲率形态,只能大致判断波形的异常。在勘探数据的采集过程中,由于地层介质的多样性,因此可能会采集包括直流成分或偏移的电磁波信号,这会导致延迟振荡和低频拖尾现象。这种现象使电磁波信号的混乱图形变得模糊,难以进行准确判断^[8]。因此,需要对数据进行去振荡滤波的编辑处理。去振荡滤波的编辑处理可以降低数据的正负对称性,并将其降低至平均零度。这样做有助于识别成像特征,并剔除不良信号,提高数据质量,从而获得更好的勘探数据。

4. 测量工作精度控制

地形测绘像控点布设在视野开阔、周围空旷、标志颜色与地表色彩反差大的地方,并且均匀分布于航飞架次区域的四周和中心,像控点标志使用白灰喷洒成边长100cm以上的对顶角三角形标志。航飞相片采集选择阳光充足、视野良好无风天气进行航飞;整个航飞过程飞机无抖动、相片质量完好、飞控信号稳定,航飞过程顺

利。对于没有采集的地物应采用RTK进行补测,对区内建筑物、地物、陡坎等进行观测,每点观测时间5秒,数据采集结束后保存^[9]。1:2000地形图修测野外地形地物点精度为地物点平面坐标中误差最大为2.0cm,高程中误差最大为1.8cm;勘查线测量点位平面坐标最大较差为1.8cm,垂直坐标最大较差为2.2cm;工程点测量采用RTK直接测定,全部进行检查复测,检测平面坐标分量较差最大为1.4cm,垂直坐标分量较差最大为2.0cm。地形图数学精度满足规范,数据及结构正确,地理精度整饰质量满足相关规范要求。

结束语

综上所述,本文着重对无人机航测技术原理、特点以及在矿山测绘中的应用进行了阐述,并对无人机航测技术应用于矿山绘制的影响进行了讨论,以便为矿山环境治理、矿产资源开发和数字化矿山建设提供依据。

参考文献

- [1] 李磊. 无人机技术在金属矿山测绘中的应用研究[J]. 世界有色金属, 2022, (23): 16-18.
- [2] 李国强, 张林, 李力. 无人机航测在矿山地形数据采集中的应用效果研究[J]. 世界有色金属, 2022, (19): 199-201.
- [3] 陈杰. 矿山地形测量中无人机航测方法思考[J]. 世界有色金属, 2022, (01): 18-20.
- [4] 郭龙. 低空无人机航测在大比例尺地形测绘中的应用研究[J]. 当代化工研究, 2021, (19): 185-186.
- [5] 王家福. 无人机航测技术在矿山测绘中的应用研究[J]. 中国金属通报, 2021, (08): 154-155.
- [6] 杨军义, 刘玉杰. 基于无人机航测的矿山地形测量方法探究[J]. 冶金管理, 2021, (13): 84-85.
- [7] 孙时钟. 基于无人机航测的矿山地形信息测量方法[J]. 中国金属通报, 2021, (04): 201-202.
- [8] 彭文飞. 基于无人机航测的矿山地形信息测量方法探究[J]. 世界有色金属, 2020, (19): 27-28.
- [9] 谢梅秀, 陶丹丹. 无人机航测技术在矿山地形图测绘中的应用[J]. 世界有色金属, 2019, (20): 45-46.