

航空摄影测量技术在矿山测量中的应用分析

许杨杨

铜陵有色金属集团铜冠矿山建设股份有限公司 安徽 铜陵 244000

【摘要】：矿产资源开发对矿山测量数据的实时性和精准性要求高，传统测绘技术在复杂矿区作业效率低、数据精度受限。本文利用无人机搭建航空摄影测量技术体系，经系统搭建、航线规划、影像处理等操作，实现矿山测量数据的高精度获取与解析，并用于矿山复垦规划和地质灾害监测。该技术提升了矿山测量作业效率，为矿山工程提供精准地理信息数据支撑。

【关键词】：航空摄影测量；矿山测量；无人机；数据处理；矿山复垦

DOI:10.12417/2811-0528.26.12.022

引言

矿产资源开发进程中，矿山勘查、开采及复垦等环节均需高精度的测绘数据支撑，传统测绘技术难以适配复杂矿区的作业需求，测量效率与数据精度均存在局限。航空摄影测量技术凭借技术优势成为矿山测量的核心技术手段，该技术在矿山测量中的技术应用展开研究，探究其全流程技术实施路径，为矿山测量作业的技术升级提供实践参考。

1 航空摄影测量技术的发展现状

航空摄影测量技术借助无人机平台、GPS 定位与遥感技术融合实现迭代，低空作业体系形成飞行平台、地面基站、终端数据处理一体化架构^[1]。飞行端采集高像素影像、适配多荷载设备，地面端进行航线动态规划与飞行状态实时调控，数据处理端依托专业系统达成矢量化影像自动化处理与高精度建模。该技术在矿山测量领域应用深化，从基础影像获取升级为全流程应用，空间定位精度符合专业标准，数据处理智能化、自动化程度提升，可快速完成矿区影像数据提取解析，技术体系适配性与作业效率随软硬件升级优化，成为替代传统测绘手段的核心技术。

2 航空摄影测量技术的优势及特点

2.1 航空摄影测量技术的优势

航空摄影测量技术借低空无人机载体铺开矿区整体测绘范围，打破传统测绘模式面对复杂地质环境存在的作业局限，完善矿区关键测点资料补齐动态管控流程，完成矿山测量全域化数据规整采集^[2]。GPS 定位模块搭配遥感体系融入整套作业流程，快速抓取矿区矢量影像资料搭建基础模型，缩减测绘环节耗费的时间成本，弱化人工器械与固有流程带来的使用束缚，矿山测量工作从单点线状记录转向整片区域数据整合升级。矿区各类测量资料能实时完成传输解析工作，同步留存档案并随时调取回看，支撑矿山测绘方案调整所需核心资料，拓宽作业覆盖范围同时提升现场整体运行效率。

2.2 航空摄影测量技术的特点

航空摄影测量具有高效的空信息获取功能，在预先规划的航线上使用专门的航摄仪器进行拍摄，避开复杂的地形条件的影响，保证矿山测量成果在坐标、高程等方面的真实准确，符合矿山大比例尺测图的要求。其操作方便快捷，小型无人机体积小、便于携带，不需要较大的起飞着陆场地，可以随意设定测量的航线以及面积大小，及时满足矿山测量的需求并存储和传输获得的资料。

3 航空摄影测量技术在矿山测量中的应用

3.1 无人机航空摄影测量系统搭建

无人机航空摄影测量系统搭建以低空作业为核心，整合飞行平台、地面基站、终端数据处理三大模块形成一体化架构^[3]。飞行平台搭载多旋翼无人机机体，配像素不小于 3000 万的多倍变焦摄像、夜视仪等航拍设备，任务荷载含强光灯、喊话器等，占比超无人机总重 70%，集成 GPS 定位设备等，保障飞行速度不低于 50km/h。地面基站含显示控制台与通讯器材，可实现指令发送、姿态调控与数据存储。终端数据处理系统搭载 INPHO 摄影测量系统等软件，支持矢量化航空遥感影像处理，可完成高精度、大比例尺航空摄影图像数据的自动化解析与建模。见图 1。



图 1 矿山测量用无人机任务荷载配置示意图

3.2 矿山测量航线规划与像控点测量

矿山测量航线规划严格遵循国家测绘局标准与矿山实际地形条件,设计航摄相片航向与旁向重叠度控制在70至80区间,飞行高度设定80至110m,飞行角度 165° ,按走廊型、网格状航线布局完成全域航摄路径规划,同时匹配几何验证策略保障航线精度。像控点测量依据矿山作业范围布设6处像控点位,采用全站仪开展坐标测量作业,高程基准采用1985国家高程基准,坐标系选用CGCS2000,测量过程运用平滑法采集20组原始数据,经均值计算得到最终像控点坐标数据,为后续航摄影像校正与建模提供精准的地面控制基准,测量全程保持无人机镜头 90° 向下,保障像控点与航摄影像的匹配精度。

3.3 矿山航摄影像获取与预处理

矿山航摄影像获取依托多旋翼无人机搭配500倍微单相机开展作业,作业前完成无人机电量、搭载设备的全面检测,按既定航线参数执行航摄飞行,飞行结束后现场开展影像质量核查,确认影像无多拍、错拍、漏拍问题,且满足目标分辨率清晰、无云层遮挡、曝光正常、色彩无失真的技术标准。影像预处理先导出无人机影像文件自带的POS信息,该信息包含坐标、高程、航偏角、滚转角等地理数据,再对每张影像对应的POS信息进行人工逐帧核查,校验信息的完整性与匹配度,确保无数据丢失、遗漏问题,为后续空三加密、模型构建等环节提供精准的基础地理数据支撑,保障后续数据处理的技术精度。

3.4 空三加密与三维点云模型构建

空三加密以航摄影像及预处理后的POS信息为基础,保持航拍摄影镜头 90° 向下的原始参数,选取走廊型、网格状航线选项,启用默认几何验证匹配策略提升匹配精度,随后勾选初始化处理、点云、纹理相关功能选项,通过PixelGrid软件启动空中三角测量运算与方差校正,结合POS信息开展人工校准,完成空三加密的全流程数据处理。三维点云模型构建依托空三加密后的成果数据,在PixelGrid软件中加载处理后的影像与校准数据,通过软件的自动化建模功能生成矿区三维点云模型,模型构建过程中同步叠加6处像控点的测量坐标数据进行人工修正,让点云模型的空间位置与高程数据贴合矿山

实际地形,保障模型的空间精度与地形还原度。

3.5 矿山测量数据处理与成果输出

矿山测量数据处理以PixelGrid软件为核心,在完成空三加密与像控点校准后,对矢量化航摄影像执行投影校正与镶嵌融合处理,经精准裁剪生成符合矿山测量标准的DOM数据,该数据搭载CGCS2000坐标系下的完整地理信息参数,可直接开展矿区空间数据量测。数据处理全程依托软件智能化分析功能,对三维点云模型与DOM影像进行多维度数据校验,确保坐标、高程等核心数据的精准性。成果输出环节将处理后的DOM数据、三维点云模型按矿山测量需求导出,同时提取矿区地形、地貌等矢量化参数,输出的成果数据可直接导入GIS软件进行后续深度分析,为矿山测量全流程提供标准化、精准化的地理信息数据支撑。

3.6 矿山复垦与地质灾害监测应用

矿山复垦应用依托处理后的DOM数据与三维点云模型,在PixelGrid软件中完成复垦范围的精准圈定并实施人工误差校正,精准测算出矿山复垦长度895.3m、复垦面积21035.11 m^2 ,将DOM影像导入GIS软件后,在ArctToolbox工具栏启用坡度、坡向分析工具,依据影像阴影特征完成矿区边坡方向的精准判定。地质灾害监测应用通过解析三维点云模型的空间数据,提取矿区岩体分布、地形起伏等核心信息,精准识别矿区地质构造的异常区域,同时结合DOM影像的地表纹理特征,分析矿区岩土体稳定性与植被、土壤的破坏程度,依托多源测量数据的叠加分析,实现对矿区潜在崩塌、滑坡等地质灾害点位的精准识别与空间定位,为矿山地质灾害防控提供高精度的技术数据支撑。

4 结语

航空摄影测量技术凭借一体化的技术体系,实现了矿山测量全流程的高精度作业,从系统搭建到成果输出的各技术环节形成有效衔接,精准完成矿区数据采集与解析。该技术有效突破传统矿山测绘的技术局限,在矿山复垦规划与地质灾害监测中发挥重要技术作用,其智能化、自动化的技术特征,成为矿山测量领域技术升级的重要方向,为矿山工程的开展提供了坚实的测绘技术支撑。

参考文献:

- [1] 兰戛,弓贤,李战军,等.航空摄影测量技术在矿山测量中的应用分析[J].世界有色金属,2025,(18):152-154.
- [2] 牛安刚.无人机航空摄影测量技术在矿山测量中的应用[J].内蒙古煤炭经济,2025,(12):142-144.
- [3] 杨思旋.无人机航空摄影测量技术在矿山测量中的应用[J].有色金属设计,2022,49(01):70-71+81.