

空天地一体化视角下无人机遥感技术赋能矿山智能安全管控研究

郭龙

国能榆林能源有限责任公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i11.2001

[摘要] 本文以郭家湾煤矿测量工作为基础,从无人机遥感技术的特点在矿山监测、数据采集和实时数据处理与分析中的应用入手,并在此基础上阐述了空天地一体化技术框架,着重分析无人机遥感技术在矿山智能安全管控中的技术要点。

[关键词] 无人机遥感技术; 矿山监测; 空天地一体化; 郭家湾煤矿

中图分类号: TD176 **文献标识码:** A

Research on the Empowerment of Mine Intelligent Safety Management and Control by Drone Remote Sensing Technology from the Perspective of Integrated Air-Space-Ground Systems

Long Guo

Guoen Yulin Energy Co., Ltd.

[Abstract] Based on the surveying work of Guojiawan Coal Mine, this paper starts with the application characteristics of UAV remote sensing technology in mine monitoring, data acquisition, and real-time data processing & analysis. Furthermore, it elaborates the on integrated air-space-ground technology framework, focusing on analyzing the technical points key of UAV remote sensing technology in intelligent safety management and control of mines.

[Key words] Unmanned Aerial Vehicle Remote Sensing Technology; Mine Monitoring; Integrated Air-Ground Technology; Guojiawan Coal Mine

引言

空天地一体化逐步成为了现代信息通信领域的重要发展方向,通过整合卫星、航空、地面等多种观测手段,实现对于指定区域的全面、实时、动态监测。在此情况之下,无人机遥感技术由于其灵活、安全等方面的独特优势,在矿山智能安全管控领域展现出了巨大潜力,在矿山环境监测、灾害预警,以及资源勘探等多个方面都有着不可替代的作用。

1 无人机遥感技术的基本原理特点及应用

1.1 无人机遥感技术基本原理

无人机遥感技术主要是以无人机为媒介,搭载可见光相机、红外相机、激光雷达(LiDAR)、高光谱传感器等传感器,进行实时数据采集。通过对采集到的地表物质特征提取,能够及时了解矿区情况,还可实现对地表矿物成分的有效分析,为矿山作业提供可靠技术支持^[1]。

1.2 无人机遥感技术的特点

无人机遥感技术特点主要表现在较高的灵活性、低成本、快速的数据获取能力、多源数据融合,以及高效性、安全性和精准性。

灵活性: 在人员无法到达的目标区域,无人机可自由飞行,获取高精度数据,精准获取目标区域信息。

成本低: 航空遥感技术成本较高,相比较无人机的成本更低,适合大规模推广。

数据获取速度快: 无人机根据任务不同可选配不同类型传感器能够快速获取大面积井田的数据,加强工作效率。

多源数据融合: 无人机可搭载多种传感器从而获取多源数据,为矿区安全生产中所需数据加以分析提供支持。

高效性: 相比传统的人工测量方式,无人机航测能够大幅缩短测量周期。

安全性: 在危险区域进行测量时,无人机可以代替人工操作,降低人员伤亡风险。

精准性: 无人机获取的数据具有高分辨率和高精度,能够为矿区的安全管理提供可靠依据。

1.3 矿山监测与数据采集

无人机遥感技术不仅能够实现对矿山地形地貌、地质结构数据信息的有效采集,还可监测到矿山区域范围内的植被覆盖情况,为后续矿山作业提供准确、完善的数据信息,确保矿山作

业计划编制的可靠性以及合理性。与此同时,运用无人机遥感技术不仅能够实现对于矿山区域情况的全面监测以及数据采集,还能够在此基础上,构建高精度三维地形模型,以此帮助相关管理人员充分了解矿山实际情况,同时为矿山地质灾害预警,以及边坡稳定性的分析和监控提供可靠依据。例如,可运用无人机上的激光雷达进行数据采集,并生成高精度数字高程模型(DEM),然后通过对比不同时间点的DEM数据,实现对于矿山边坡位变化情况的有效监测,及时发现潜在的安全隐患,并采取有效预防措施,确保现场人员生命财产安全。此外,还可运用无人机遥感技术获得厘米级可见光影像,并计算区域植被覆盖度,计算公式如下:

$$VC = \frac{N}{n} \times 100\%$$

式中,VC为植被覆盖率,单位为%;N为植被像元数;n为影像像元总数。

1.4 实时数据处理与分析

实时数据处理与分析是矿山智能安全管控过程中,应用无人机遥感技术的关键手段,可实现对于采集到的数据信息的实时处理和分析,为后续模型构建、工作方案的制定等提供可靠参考。实时数据处理流程主要涉及预处理、图像拼接、特征提取、分类和模式识别等多个步骤和环节。以图像拼接技术为例,通过该技术可将无人机拍摄的多张照片准确合成一张完整的矿区影像图,特征提取则是通过对采集到的影像进行整合分析,并从中提取出有价值的地物信息,如植被覆盖度等。

2 无人机遥感技术在郭家湾煤矿的应用实践分析

2.1 郭家湾煤矿的基本情况

郭家湾煤矿位于陕西省榆林市府谷县境内,属于国有大型现代化矿井。下设地测站部门负责矿区井田范围内测量和地质勘探工作。近年来随着无人机技术日益发展,郭家湾煤矿引入无人机技术后在地面测量工作中取得了显著成效。

2.2 无人机遥感技术在矿区安全管控中的应用

无人机遥感技术在矿区安全管控中的应用主要包括影像数据获取、数据预处理、三维建模、地形测绘、隐患识别以及可视化几个步骤。

影像数据获取:通过无人机搭载的可见光相机和红外相机获取矿区的影像数据。

数据预处理:对获取的影像数据进行辐射校正、几何校正等预处理操作,确保数据的准确性。

三维建模:利用激光雷达数据生成矿区的三维模型,用于矿区的可视化管理和地质构造分析。

地形测绘:无人机搭载激光雷达云台,通过数据预处理可以快速精准获取矿区的三维地形数据。

隐患识别:通过对影像数据的分析,识别矿区的潜在安全隐患,并生成隐患报告。

数据分析与可视化:将分析结果以图表形式呈现,便于管理

人员直观了解矿区的安全状况。

3 空天地一体化技术框架

3.1 空中平台

基于空天地一体化的矿山智能安全管控,需要先明确空天地一体化技术框架,空中平台主要包括无人机系统及其搭载的影像采集装置。其中无人机系统需要配备RTK模块,要求飞行器具备较高的水平以及垂直定位精度,以此确保无人机能够严格按照规定航线飞行,此外,无人机系统还需要具备遥控器以及移动基站等。

3.2 地面站网络

地面站是空天地一体化技术运用过程中实现数据处理和控制的中心平台,主要负责接收无人机传输的遥感数据,并进行实时数据处理和分析^[2]。因此,要求地面站系统配备性能较强的硬件设备,以及专业的遥感数据处理软件,此外,地面站还需要负责制定无人机飞行计划、明确调度任务,并进行飞行监控,确保无人机能够按照预定航线执行航摄任务。地面站与无人机之间主要通过无线网络实现通信,主要通信频段为2.4GHz、5.8GHz等。

3.3 通信定位

卫星通信与定位系统是空天地一体化技术框架的重要组成部分,主要包括全球定位系统(BDS, GNSS, GPS),以及卫星通信网络两个部分。其中GPS的主要工作作用是无人机提供精确的定位服务,确保无人机能够在复杂地形状态下严格按照既定飞行路线执行航摄任务。卫星通信则负责为无人机与地面站之间的远程数据传输提供保障,确保在偏远矿山地区仍能实现数据信息的实时、有效传递^[3]。

4 空天地一体化视角下无人机遥感技术赋能矿山智能安全管控技术要点

4.1 无人机自主飞行

无人机自主飞行主要依靠自动导航技术实现,能够有效确保无人机在复杂环境中实现安全、高效、稳定飞行。矿山智能安全管控系统中的自主导航模块主要涉及定位技术、导航技术等。在定位方面,多采用GPS/GNSS系统实现全球定位,但若矿区复杂程度较高,GPS信号较弱,需要引入视觉定位系统(VSLAM)或惯性导航系统(INS)进行辅助定位,以此确保定位的精准度。自动导航方面,主要根据实际矿山环境,以及飞行任务需求,合理进行飞行路径的规划,确保无人机能够及时避开障碍物,确保飞行安全。

4.2 高精度遥感数据

高精度遥感数据的获取是以光学成像、红外成像和合成孔径雷达(SAR)成像等技术为基础,获得高空间分辨率的图像数据,以此实现对于矿山地表特征的精细观测和有效分析。其中光学成像技术主要是利用可见光或近红外波段进行地表成像,空间分辨率较高,可达0.1~1m,还能够以此获得丰富的光谱信息,光谱分辨率能够达到纳米级,可用于地表植被分类以及环境变化分析等。此外,还需要引入合成孔径雷达(SAR)成像技术,雷达波

有着较强的穿透性和全天候观测能力,即便在云层、雾气和夜间条件下,仍能够获取较为准确的地表信息^[4]。

4.3 智能分析决策

为实现矿山的智能安全管控,在运用无人机遥感技术的基础上,还需要进一步加强对于采集到的数据信息的利用,通过机器学习以及人工智能等先进技术手段的运用,实现对于矿山安全情况的智能分析,并为相关决策提供可靠支持。在此过程中,涉及的技术手段包括多目标优化以及贝叶斯网络等。以贝叶斯网络为例,网络结构原理图如图1所示,基于矿山安全管控,以及无人机遥感技术构建贝叶斯网络结构的过程中,需要结合实际情况,以及专家知识获取结果,进行概率转化,以此确定矿山系统中存在的安全风险研究需求,为后续安全管控提供可靠支持^[5]。

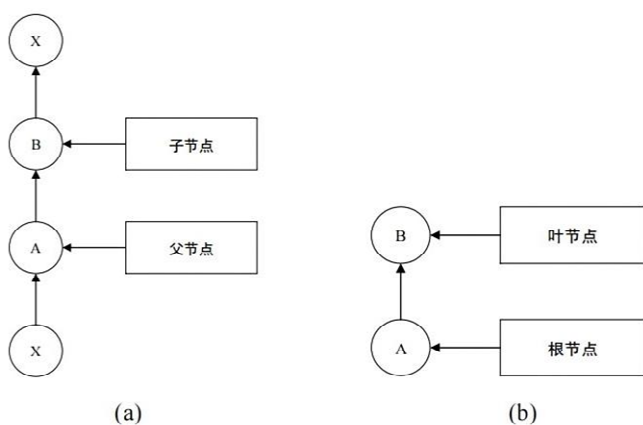


图1 有向无环结构示意图

5 结束语

本文基于空天地一体化视角,针对无人机遥感技术在矿山智能安全管控中的应用展开深入探讨和研究,就无人机遥感技术在矿山监测与数据采集、实时数据处理与分析等方面进行分析。经过对无人机自主飞行、高精度遥感数据获取、危险控制缺陷监测和智能分析决策等技术手段的研究,证明了无人机遥感技术在矿山智能安全管控中的有效性和必要性,同时提出了空天地一体化技术框架,为矿山作业的安全高效开展提供可靠技术支持。综上所述,本文撰写取得了良好的研究成果,实现了对于无人机遥感技术在矿山智能安全管控中应用的深入理解,具有推动矿山安全技术发展的作用和价值。

【参考文献】

- [1]冯宇航,吕英豪,王江涛.基于无人机航测的长江航道地形测绘技术研究[J].中国水运,2025,(01):89-91.
- [2]杨军义.无人机遥感技术在生态安全监测与评价中的应用研究[J].科技资讯,2025,23(01):191-193.
- [3]刘政顺,李辉,黄咸雨.无人机遥感技术在泥炭地监测中的应用进展[J].湿地科学与管理,2024,20(06):65-70.
- [4]李筱,许钧,张成旭,等.基于CWM-TOPSIS模型的金属矿山企业安全管控能力评价[J].黄金科学技术,2024,32(1):100-108.
- [5]王鹏.智慧矿山安全管控大数据平台建设探讨[J].煤炭工程,2020,52(08):154-158.

作者简介:

郭龙(1993—),男,汉族,陕西榆林人,本科,助理工程师,从事工作: 矿山测绘。