

# 基于无人机的矿山地形测绘技术研究

张志权

山西省煤炭地质一一五勘查院有限公司 山西 大同 037003

**摘要：**随着无人机技术的不断革新，其在矿山地形测绘中的应用日益广泛。本文将从技术细节、系统配置、操作流程以及未来技术趋势等多个维度，深入探讨无人机在矿山地形测绘中的具体应用和潜在优势，旨在为相关领域的研究和实践提供详尽的参考。

**关键词：**无人机技术；矿山地形测绘；系统配置；操作流程；技术趋势

## 引言

矿山地形测绘是矿产资源勘探、开采及生产管理中的重要工作。传统的测绘方法常受限于地形复杂、环境恶劣等因素，而无人机的引入则有效解决了这些问题。本文将对无人机在矿山地形测绘中的技术进行详细剖析，以期为该领域的技术进步和应用提供有价值的见解。

### 1 无人机矿山地形测绘技术构成

**1.1 传感器技术：**无人机搭载的传感器是实现高精度测绘的关键。目前，常用的传感器包括高分辨率数码相机、激光雷达（LiDAR）扫描仪等。这些传感器能够捕获地表的精细特征，为后续的数据处理和分析提供丰富的信息。

**1.2 飞行控制技术：**无人机的飞行控制技术对于确保测绘数据的准确性和完整性至关重要。现代无人机配备了先进的飞行控制系统，能够实现精确的航线规划、自动导航、稳定悬停等功能，从而确保在复杂的矿山环境中也能获取高质量的测绘数据。

**1.3 数据处理技术：**无人机采集的原始数据需要经过专业的处理才能转化为有用的测绘成果。这包括图像预处理（如去噪、增强等）、特征提取、三维重建等一系列复杂步骤。借助强大的计算机视觉和摄影测量技术，我们可以从这些数据中提取出地形地貌、植被覆盖、矿体分布等重要信息。

### 2 无人机矿山地形测绘系统配置

#### 2.1 无人机平台选择

无人机矿山地形测绘系统配置中的关键一环是无人机平台的选择。这一选择必须基于测绘任务的具体需求和目标来进行，以确保任务的顺利完成和数据的准确性。多旋翼无人机，凭借其卓越的悬停能力和灵活性，特别适用于小范围内的高精度测绘工作。其稳定的飞行性能和精确的定位系统可以捕捉到地形的细微变化，为地形模型的构建提供详尽的数据。相对而言，固定翼无人机则以其高速、

长航时的特点，更适合进行大面积、高效率的测绘。其能够快速覆盖广阔区域，收集大量地形数据，对于需要快速获取整体地形信息的任务来说，固定翼无人机是更为理想的选择。因此，在选择无人机平台时，应充分考虑任务需求，以达到最佳的测绘效果。

#### 2.2 传感器与成像设备配置

在无人机矿山地形测绘系统配置中，传感器与成像设备的选择至关重要。为确保测绘数据的精度和范围满足要求，必须为无人机配备具有适当分辨率的数码相机和激光雷达扫描仪。高分辨率数码相机能够捕捉到地表的详细特征，为地形测绘提供清晰的影像资料。而激光雷达扫描仪则通过发射激光并接收反射回来的信号，精确测量地表形态，生成高精度的三维地形数据。在选择这些设备时，除了考虑其分辨率和测量精度外，还需综合考虑设备的重量、功耗以及数据传输速率等因素<sup>[1]</sup>。轻量化的设备可减轻无人机的负载，延长飞行时间；低功耗设备则可确保长时间的稳定工作；高速数据传输速率则能保证实时、高效地传输测绘数据，便于后续处理和分析。因此，在配置传感器与成像设备时，必须全面权衡各项技术指标，以确保测绘任务的顺利完成。

#### 2.3 地面控制系统与数据链路

在无人机矿山地形测绘系统中，地面控制系统与数据链路扮演着举足轻重的角色。地面控制系统是整套测绘系统的“大脑”，它负责全面监控无人机的飞行状态，确保飞行过程中的安全与稳定。同时，该系统还承担任务规划的重任，为无人机设定合理的飞行路线和测绘区域，以最大限度地提高测绘效率。此外，地面控制系统还具备强大的数据处理能力，能够对无人机采集的原始数据进行初步处理和分析。而高效的数据链路则是无人机与地面控制系统之间的信息高速公路。它不仅要保证高质量的影像数据能够实时传输到地面，以便及时处理和分析，还要确保地面控制系统的指令能够准确无

误地传达给无人机,实现对无人机的远程控制。因此,在构建无人机矿山地形测绘系统时,地面控制系统与数据链路的设计和选择都显得尤为重要,它们共同保障了测绘任务的高效执行和数据的安全传输。

### 3 无人机矿山地形测绘操作流程

#### 3.1 任务规划与准备

在无人机矿山地形测绘的操作流程中,任务规划与准备阶段是至关重要的第一步。这一阶段的核心目标是明确测绘的具体目的和需求,为后续工作奠定坚实基础。为了实现这一目标,必须详尽收集与测绘区域相关的各种资料,包括但不限于地形地貌特征、气候条件、已知的地质数据等。这些资料将为制定飞行计划提供重要参考,确保无人机能够在最适宜的条件下进行飞行测绘<sup>[2]</sup>。同时,还需要根据收集到的资料和测绘目标,精心设计出无人机的飞行路线、飞行高度和速度等关键参数,以及后续数据处理的具体流程。

#### 3.2 现场踏勘与设备检查

在无人机矿山地形测绘的操作流程中,现场踏勘与设备检查环节不容忽视。现场踏勘是实地了解测绘区域的地形地貌、气象条件以及其他可能影响飞行的环境因素的重要步骤。通过踏勘,可以评估飞行难度和风险,为后续的飞行计划提供实际依据。同时,对无人机及相关设备进行全面的检查也是必不可少的。这包括无人机的机身结构、电池状态、传感器和成像设备的工作情况等。特别需要确保无人机的适航状态,检查其飞行控制系统是否稳定,导航和通信设备是否正常工作。这些细致的检查工作能够最大程度地降低飞行过程中的风险,确保测绘任务的安全和顺利完成。因此,在现场踏勘与设备检查阶段,必须严谨细致,确保一切准备就绪,为接下来的测绘工作奠定坚实基础。

#### 3.3 无人机飞行与数据采集

在无人机矿山地形测绘的操作流程中,无人机飞行与数据采集环节是核心部分。在这一阶段,无人机将按照预先制定的飞行计划进行精确的飞行。通过搭载的传感器和成像设备,无人机能够实时采集矿山地形的影像数据,这些数据是后续地形模型构建和数据分析的基础。在飞行过程中,操作人员需密切关注无人机的各项状态参数,如飞行高度、速度、航向等,以及周围环境的变化,特别是风向、风速等气象因素。任何异常情况都必须立即应对,以确保飞行安全。此外,为保证数据采集的准确性和完整性,还需对采集到的数据进行初步的质量检查,及时发现问题并进行处理。这一过程要求操作人员具备高度的专业素养和应变能力,以确保测绘

任务的高效、安全完成。

#### 3.4 数据处理与分析

在无人机矿山地形测绘的操作流程中,数据处理与分析环节是获取地形信息的关键步骤。这一环节涉及将无人机采集到的原始数据导入专业的处理软件中,进行精细化处理。首先,通过图像配准技术,确保不同角度、不同时间拍摄的影像能够精确对齐,为后续的三维重建提供准确的数据基础。接着,利用三维重建技术,将二维影像转化为三维地形模型,直观地展现矿山的立体形态。此外,特征提取技术能够从重建的三维模型中识别并提取出地形的关键特征,如山峰、沟谷、断层等。最终,通过对这些特征数据的深入分析,可以精确获取矿山地形的详细信息,包括各点的高程、地面的坡度和坡向等关键参数<sup>[3]</sup>。这一过程不仅要求处理软件具备强大的功能和稳定性,还需要分析人员具备扎实的专业知识和丰富的实践经验,以确保数据处理与分析的准确性和可靠性。

#### 3.5 成果输出与应用

在无人机矿山地形测绘的操作流程的尾声,成果输出与应用环节显得尤为重要。经过前期的数据采集、处理与分析,最终需要将所得信息转化为具有实际应用价值的测绘成果。这些成果包括但不限于数字高程模型(DEM)和数字正射影像(DOM)等,它们以数字化的形式精确地呈现了矿山地形的三维形态和细节特征。DEM能够准确反映地面的高程变化,为矿山的规划和设计提供科学依据;而DOM则提供了真实的地表影像,有助于生产管理和环境监测等工作的实施。这些测绘成果不仅具有高度的精确性和可视化特点,还能与其他地理信息系统(GIS)数据无缝集成,进一步拓宽了其应用范围。因此,成果的输出与应用是无人机矿山地形测绘流程中不可或缺的一环,它为矿山的可持续发展和科学管理提供了有力的数据支撑。

### 4 挑战与解决方案

#### 4.1 飞行环境问题

在无人机矿山地形测绘中,飞行环境问题是一大挑战。由于矿山地形本身的复杂性和多变性,无人机在飞行过程中可能会遇到多种不利因素。强风是一个常见的难题,它可能导致无人机飞行不稳定,进而影响测绘的精度。此外,矿山区域可能存在的电磁干扰也是一个不容忽视的问题,它可能干扰无人机的通信和导航系统,甚至危及飞行安全。为了应对这些挑战,可以考虑采用更先进的飞行控制技术<sup>[4]</sup>。例如,引入先进的飞行稳定系统,通过多个传感器和先进的控制算法,实时调整无人

机的飞行姿态,以抵御强风等外部干扰。同时,环境感知系统的升级也至关重要。通过搭载高精度的气象传感器、避障雷达等设备,无人机能够更准确地感知周围环境,及时规避潜在风险。这些技术的应用将显著提高无人机的稳定性和适应性,使其在复杂的矿山环境中也能完成高质量的测绘任务。这不仅能提升测绘数据的准确性,还能确保无人机在恶劣条件下的安全飞行。

#### 4.2 数据处理难度

在无人机矿山地形测绘领域,数据处理难度随着数据量的激增和处理要求的日益严格而不断加大。这一挑战主要体现在对海量数据的快速处理、准确分析和高效存储上。为了解决这一问题,引入高性能计算技术和云计算平台显得尤为重要。高性能计算技术能够充分利用多核处理器和大规模并行处理的优势,加速数据处理速度,满足实时或近实时的处理需求。而云计算平台则提供了弹性可扩展的计算资源,使得数据处理能力可以随着任务量的变化而灵活调整。通过这些先进技术的应用,不仅可以大幅提升数据处理的效率和准确性,还能确保在面临大规模数据处理任务时,系统能够保持稳定高效的运行状态,从而更好地服务于矿山地形测绘工作。

### 5 未来技术趋势

#### 5.1 智能化与自动化

未来,随着人工智能技术的不断进步,无人机在矿山地形测绘领域将展现出更高级别的智能化和自动化功能。其中,自动避障技术将成为一大亮点,它能使无人机在飞行过程中自主识别并规避障碍物,从而确保飞行的安全。同时,自主导航技术的突破也将使无人机能够更精确地执行预设航线,减少人为操作的干预,提高测绘效率。这些智能化和自动化技术的应用,将极大地推动无人机在矿山地形测绘中的发展,使其能够更加高效、准确地完成任务。此外,这些技术还将为无人机在更复杂、更危险的环境中进行测绘提供可能,从而进一步拓展其应用范围。可以预见,未来的无人机将更加智能、自主,为矿山地形测绘带来革命性的变革。

#### 5.2 多传感器融合技术

未来,多传感器融合技术将在无人机矿山地形测绘中发挥越来越重要的作用。通过融合光学相机、红外传感器、激光雷达等多种传感器的数据,可以获取到更丰

富、更全面的地形信息。这种技术能够综合利用不同传感器的优势,弥补单一传感器的不足,从而提高测绘成果的精度和可靠性。例如,光学相机可以捕捉高分辨率的可见光图像,红外传感器能够感知地表温度分布,而激光雷达则能精确测量地形高度和形态。将这些不同来源的数据进行有效融合,可以生成更为详尽和准确的三维地形模型,为矿山规划、资源勘探、环境监测等提供更为可靠的数据支持。因此,多传感器融合技术将是未来无人机矿山地形测绘领域的重要发展方向。

#### 5.3 实时数据处理与传输技术

随着5G等先进通信技术的日益普及,未来无人机在矿山地形测绘中的应用将迎来实时数据处理与传输的新时代。5G网络的高速率、低时延特性,将使得无人机在采集地形数据的同时,能够即时进行数据处理和回传。这意味着,决策者将不再需要等待长时间的后期数据处理,而是可以近乎实时地获取到测绘数据,从而迅速做出响应。这一技术的实现,将为矿山的生产和管理带来革命性的变化。例如,在矿产勘探、开采进度监控、安全隐患排查等方面,实时的数据反馈将极大提升决策的准确性和时效性。此外,这种技术的进步也将促进矿山数字化和智能化的进程,推动整个行业向更高效、更安全的方向发展。

#### 结语

无人机技术在矿山地形测绘中展现出了巨大的潜力和优势。通过深入探讨无人机测绘的技术细节、系统配置、操作流程以及未来技术趋势,我们可以更好地理解和应用这一技术。展望未来,随着技术的不断进步和创新应用的涌现,无人机将在矿山地形测绘领域发挥更加重要的作用,为矿产资源的合理开发和利用提供有力支持。

#### 参考文献

- [1]张昊,李娟.无人机技术在地形测绘中的应用及发展前景[J].测绘科学技术,2023,40(3):45-52.
- [2]王浩然,刘美丽.基于无人机的高精度地形测绘关键技术研究[J].遥感技术与应用,2023,38(5):67-74.
- [3]刁云飞.无人机航测在地形数据采集中的应用[J].工程技术研究,2021,6(21):253-254.
- [4]赵帅华.无人机航测技术及其在地形测绘工作中的应用探讨[J].工程技术研究,2020,5(3):41-42.