

无人机测量技术在矿山地质测量工程中的应用研究

王晨

河南省自然资源监测和国土整治院

DOI: 10.12238/jpm.v5i9.7157

[摘要] 随着技术的飞速进步，现代矿山地质测量领域对高效、精确的测量手段的需求日益增加。传统测量方法在复杂矿区环境中的应用常受到多种因素的限制，提高了作业难度，增加了人员的安全风险。无人机技术作为一种前沿工具，正以其卓越的性能在矿山测量中展现出巨大的潜力，该技术的应用，有助于提升测量效率，能够在恶劣环境中进行高精度的数据采集，显著改善了矿山测量的数据质量。本文探讨了无人机测量技术在矿山地质测量工程中的应用策略，以期能够为矿山地质测量提供有效的策略参考。

[关键词] 无人机测量技术；矿山；地质测量工程

Research on the application of UAV survey technology in mine geological survey engineering

Wang Chen

Henan Provincial Institute of Natural Resources Monitoring and Land Improvement

[Abstract] With the rapid progress of technology, the demand for efficient and accurate measurement means in the field of modern mine geological survey is increasing. The application of traditional measurement methods in complex mining environment is often limited by many factors, which improves the difficulty of operation and increases the safety risk of personnel. As a cutting-edge tool, uav technology is showing great potential in mine measurement with its excellent performance. The application of this technology can help improve the measurement efficiency, can carry out high-precision data acquisition in harsh environments, and significantly improve the data quality of mine measurement. This paper discusses the application strategy of UAV survey technology in mine geological survey engineering, in order to provide an effective strategy reference for mine geological survey.

[Keywords] uav survey technology; mine; geological survey engineering

引言：

矿山地质测量的精准度直接影响到了矿山资源的评估。面对传统测量方法在复杂环境中操作困难以及数据采集效率低下的问题，行业对更为先进的测量手段提出了新的要求。无人机技术的崛起，为矿山地质测量带来了革命性的变化。随着无人机技术的不断进步，其在矿山地质测量中的应用也在不断拓展，为矿山开发提供了更加可靠高效的工具。这一技术的引入，能够推动矿业测量领域的进步，为相关行业的技术革新奠定坚实基础。

一、无人机测量技术在矿山地质测量工程中的重要性

1、提升矿山地质测量效率

无人机测量技术在矿山地质工程中的应用能够极大提高数据采集的效率。无人机能够借助高分辨率摄像头以及先进遥

感技术，在短时间内覆盖广阔矿区，捕捉关键地形，观测到相应的地质构造信息。空中视角能够使无人机接触到地面测量难以达到的区域，确保了数据的全面连续。搭载的多光谱扫描设备等传感器能够为地质结构的深入分析提供多维度数据，使得资源评估更为精确，开采计划得以更为顺利地进行。通过无人机技术，矿山地质测量能够加快数据获取速度，提升测量数据的详尽度，增强其可靠性，为矿山地质测量工程中地质分析及资源管理提供了坚实的数据支撑。

2、降低矿山作业操作风险

矿山地质测量工作往往在复杂环境中展开，常常伴随着高风险的安全挑战，而无人机技术在此领域的应用能够显著降低人员安全威胁。由于无人机的高机动性，即便是在不稳定的、危险的地形中，也能够安全地进行地质测量，减少了人员直接接触危险环境的需要，从而降低了人力物力的消耗。在整个矿

山的开采周期内，无人机提供的持续监测功能能够帮助企业及时调整开采策略，应对由地质变化带来的各种挑战，维护了矿区的工作安全。

3、实现数据即时传输

无人机技术支持实时数据传输，这使得决策者能够即时获得关键信息，从而能够对地质事件以及可能的环境变化做出快速响应。该信息获得的实时性能极大地提高矿山管理的灵活性，使得决策过程更为高效。此外，无人机技术的集成能够促进矿山测量数据与地质模型的同步更新，提高了模型的精度。该技术的应用加速了数据处理分析过程，优化了资源配置，确保了矿业决策的科学性，从而能够支持矿山长期可持续发展的战略目标。

二、传统矿山地质测量工程的弊端

1、在地面测量，方式低效繁琐

传统矿山地质测量工程常采用地面测量方式，这种方法在矿区广阔的范围显得格外低效繁琐。传统测量模式依赖人工进行测量，在操作过程中需要大量的时间和精力，工作周期显著延长。而地面测量往往只能覆盖有限的区域，难以全面获取矿区的详细地质信息，往往会导致数据采集的不完整，而人工测量过程中不可避免会存在误差，测量结果的准确性也会受到一定程度的影响。这种低效的测量方式在快速发展的矿业需求面前显得捉襟见肘，严重制约了资源评估的效率，降低了开采计划的科学性。

2、方法较传统，环境适应能力差

在复杂地形及恶劣气候条件下，传统的矿山测量方法便会表现出明显的环境适应能力不足的问题。测量设备的固定性以及地面操作的局限性，使得操作在崎岖不平、地形多变的矿区作业时面临诸多困难。同时，由于环境变化频繁，传统方法难以及时更新数据，会造成测量结果与实际情况脱节，不仅影响了地质信息的实时性，还会使得矿山资源管理的决策依据滞后于实际，降低了资源的合理利用效率。就传统方法而言，复杂环境下的适应问题严重限制了其在现代矿山测量中的应用效果。

3、操作有风险，安全隐患突出

传统矿山地质测量工程中的操作有着严重的安全隐患。测量工作通常需要在深井、高坡或塌陷区域等危险的环境中进行，这种恶劣的环境增加了测量人员的安全风险。操作过程中的复杂性以及环境对人员的高要求，进一步加剧了安全保障难度。而传统方法的操作范围往往会受到限制，难以有效保障测量人员的安全，进而面临着较高的事故发生概率，亟需采取有效措施来降低风险。

三、无人机测量技术在矿山地质测量工程中的应用策略

1、矿山测量的无人机规划设计

在矿山地质测量工程中，首要任务便是对无人机进行规划设计，设计过程中首先需明确测量目标，并对矿区范围、地形特征以及所需数据类型等各方面进行详细了解，同时需要选择适当的无人机型号及传感器，并依据矿区的实际需求来配置设备，在此过程中需注意无人机的飞行时间、电池续航能力、数据传输速率等技术参数均需与测量任务相匹配，以保证数据的完整性。此外，规划阶段还包括制定科学合理的飞行路径，确保无人机在飞行过程中能够高效覆盖整个测量区域，从而避免因路径设计不合理而导致的数据遗漏或重复采集等情况。设计方案需考虑矿区的实际环境条件，提前全面观测地形起伏、气象变化及潜在的干扰因素，防止无人机的飞行稳定性受到干扰，影响数据采集的效果。风速、温度、湿度等环境条件的变化，也可能会对无人机的操作造成影响，因此需要通过合理设计飞行计划来减轻该因素的干扰。综合考虑这些要素，能够确保无人机能够在复杂环境中的稳定运行，并提高测量数据的准确性。同时，在规划过程中，操作人员应当详细安排任务的分配，详细规划飞行路线的具体设计、测量时间的安排以及数据采集的优先级，以此优化资源使用，避免不必要的飞行时间和能源消耗。飞行路径设计应以高效覆盖为目标，避免重复或遗漏区域的发生。另外，规划阶段还需设定详细的操作规程，以应对可能出现的技术问题。通过全面周密的规划设计，能够最大限度地发挥无人机技术的优势，提高矿山地质测量工作的效率。

2、无人机数据采集与处理

无人机技术在矿山地质测量中的数据采集处理策略涉及多个环节，能够确保数据的全面性准确。数据采集阶段需选择合适的高分辨率摄像头、多光谱相机等传感器，以提供详细的地形和地质数据。在数据采集完成后的数据处理阶段，需使用先进的图像处理软件以及地理信息系统（GIS）工具对采集的数据进行整合分析。并在数据处理过程中应用图像拼接、三维建模以及地质特征提取等步骤，进一步辅助无人机数据的处理。图像拼接技术可以将无人机拍摄的多张图像无缝地合成一幅完整的地形图，以提高地形数据的连续性；三维建模则能够将二维图像数据转化为三维模型，进而提供对矿区地形、地质结构的立体视图，这些三维模型可以帮助识别地质特征的空间分布，提升对矿区地质状况的理解；地质特征提取环节能够分析处理后的数据，并提取出矿体分布、断层走向等矿区的地质特征。这些信息可以帮助加快进行矿山资源的评估、开采计划，高精度的数据处理策略能够显著提高测量数据的精度，为后续的地质分析提供坚实的数据基础。利用科学的数据采集与处理方法，无人机技术能够显著提升矿山地质测量的效率，提高测量的准确性，以满足现代矿业对高精度数据的需求。

3、实时监控与数据管理

无人机测量中的实时监控与数据管理是确保数据质量与

作业效率的核心策略。通过实时跟踪数据采集情况，可以及时发现潜在问题，便于工作人员及时采取相应措施，在此过程中，为实现实时监控，需要配备高效的数据传输系统，并将采集的数据即时传输至地面控制中心。这样能够在实时的数据监控的同时，进行初步的质量分析，确保采集的数据符合预期标准。而数据管理包括数据的存储、备份和整理等多个方面。数据存储策略应结合无人机采集的数据量及种类，建立合理的存储体系，以保证数据的完整性以及长期可用性，此外，存储系统还需具备足够的容量，以保障数据能够支持快速的数据访问检索，而备份策略则需确保数据在发生意外时能够迅速恢复，避免出现数据丢失、损坏情况带来的损失。通常，数据备份应同时进行本地备份和远程备份，形成多层次的备份体系，以增加数据的安全性。数据整理是数据管理中的另一重要环节，包括对数据进行分类、标记和整理。对数据进行有效的整理，可以提高数据的检索效率，方便后续的分析应用，数据的分类标记应根据测量任务的需求进行，使得不同类型的数据能够被准确地管理。由此可见，建立高效的数据管理系统，能够有效应对大规模数据的处理需求，确保数据的质量，综合进行实时监控与数据管理策略，能够提升无人机测量作业的可靠性，并利用实时数据传输监控，及时调整测量策略，能够减少误差，确保测量数据的准确性。同时，科学的数据管理方法保障了数据的安全性，为后续数据的分析提供了坚实的基础。

4、无人机操作的安全风险控制

无人机操作中需要进行严格的安全风险控制，制定详尽的安全管理规程，以确保测量任务顺利进行，保障操作过程中人员、设备的安全。首先便需要进行无人机的定期维护、检查，并定期检测飞行器的各项功能，及时更换或修理损坏的部件，有效预防设备故障引发的安全事故，维护程序还应包括对电池、电机、传感器等关键部件的检查，以确保其在飞行中的可靠性。无人机在飞行过程中，风速、降雨和温度波动等气象变化，也可能对无人机的飞行稳定性产生影响，飞行计划中应综合考虑该因素，并制定相应的应对措施以减少其对飞行任务的影响。在勘测过程中的山体、建筑物以及电线等地形障碍物，也需在规划阶段进行评估，并设计合理的飞行路线设计避开这些障碍，确保飞行安全。此外，电磁干扰是勘测过程的另一个潜在风险，周围可能存在来自周围的通信设备、雷达系统，因此在无人机操作前，需评估作业区域内的电磁环境，避免在电磁干扰严重的区域进行飞行，需要操作人员制定应急预案以应对突发的干扰情况，以降低因电磁干扰导致的飞行失控的风险。总的来说，安全管理与风险控制策略需要涵盖设备维护、环境评估和应急准备等多个方面，通过全面的安全管理措施，能够有效提升无人机操作的安全性，保障测量任务的顺利完成，这种综合的风险控制策略是确保无人机测量作业高效、安

全进行的基础。

5、法规遵循及伦理规范

无人机测量技术的应用过程中，应熟悉并严格遵守相关的航空法规及矿区作业规定，确保无人机操作符合法律要求。操作人员需提前了解无人机的飞行许可、飞行高度限制、禁飞区域规定等法规，确保无人机在操作过程中不会干扰航空秩序或造成安全隐患。同时，操作人员也需遵守矿区的法规，以保证测量工作在合法框架内进行，避免违法作业带来的法律风险。此外，隐私保护和数据安全是另一个关键领域。无人机在测量过程中可能会收集到涉及个人隐私的数据，因此必须严格按照法律法规对数据进行处理存储。这就要求对数据进行加密处理，限制数据访问权限，防止数据泄露。数据存储及传输过程中也应采取适当的安全措施，以保护数据不被非法访问或篡改。对环境的影响也是法规遵循和伦理规范的重要考量。无人机在飞行过程中应注意，作业过程可能会对矿区的生态环境造成干扰，因此在操作过程中应尽量减少对环境的负面影响，采取措施来降低噪音、减少飞行频次，避免对植物和动物栖息地造成扰动。遵守环境保护法规不仅是法律要求，也是伦理责任，是保障矿区生态系统在测量过程中稳定性的基础。为保证操作人员能够遵循法律法规进行操作，需要对其进行培训，确保其在具备必要专业知识的前提下，能够了解法规要求、操作规范以及应急处理流程，安全高效地完成测量任务。严格遵守法规和伦理规范，可以提高无人机测量技术的社会认可度，确保技术应用的规范性。

结语：

在矿山地质测量领域，无人机测量技术的引入标志着数据采集和处理方法的重大进步。该技术凭借其高效的操作方式、精准的数据采集能力以及出色的安全性能，显著提升了测量工作的效率。同时利用集成先进的遥感设备以及数据分析工具，优化了地质测绘的精确性，为矿山资源的管理开发提供了强有力的技术支撑。展望未来，这项技术有望在矿山地质测量工程中发挥更大的作用，推动矿业向更高效、环保和安全的方向发展。

[参考文献]

- [1]吴元章.无人机航拍测量技术在矿山地质中的应用研究[J].世界有色金属, 2023, (04): 38-40.
- [2]燕利芳, 尚秀全.无人机测量技术在矿山地质测量工程中的应用研究[J].能源与环保, 2022, 44(09): 138-142+149.
- [3]寇天新.无人机航测系统在矿山地形测量中的应用探究[J].中国金属通报, 2019, (02): 219-220.
- [4]刘洋.无人机航空摄影测量技术在矿山地质环境治理中的应用分析[J].工程建设与设计, 2018, (20): 267-268.