

无人机航空摄影测量技术在矿山测量中的应用

王鹤祥

冀东海德堡(扶风)水泥有限公司

DOI:10.12238/jpm.v6i2.7757

[摘要] 近几年来,国家加大了对各个产业的发展,通过不懈的努力,取得了很好的成绩,取得了很好的成绩,在国际上得到了很高的评价。无人机航拍测量是近年来兴起的一项新兴高科技技术,其核心思想是将无人机航拍技术应用于矿山测绘,通过设置不同的重叠率,从不同角度获取地面目标的完整纹理和空间信息。

[关键词] 无人机; 航空摄影; 测量技术; 矿山测量; 应用分析

Application of UAV aerial photogrammetry technology in mine survey

Wang Hexiang

Jidong Heidelberg (Fufeng) Cement Co., LTD.

[Abstract] In recent years, the country has increased the development of various industries, through unremitting efforts, has achieved very good results, has achieved very good results, in the international has been very high evaluation. UAV aerial survey is an emerging high-tech technology emerging in recent years. Its core idea is to apply UAV aerial photography technology to mine mapping, and obtain complete texture and spatial information of ground targets from different angles by setting different overlap rates.

[Key words] uav; aerial photography; measurement technology; mine survey; application analysis

引言

随着我国经济的飞速发展,许多先进的技术被应用到紫禁城的各个领域,使得它的发展速度更快。随着我国经济的快速发展与转型,采用无人机航拍技术进行矿山测绘,对从业人员了解矿井整体环境具有重要意义。在我国当前的矿山测绘中,采用无人机航测技术开展矿山测绘工作,可有效降低测绘成本,提高测绘工作效率,提高测绘数据的精度与真实性,已成为我国社会急需的测绘技术。

1 无人机航空摄影测量技术定义与原理

无人机航空摄影测量技术是一种利用无人驾驶飞行器搭载摄影设备,对地表进行大范围、高精度的影像获取和测量方法。其原理基于摄影测量学,通过多视角拍摄的影像,通过空间几何重建,实现地物的三维重建和精确测量。这种技术结合了现代传感器技术、GPS 定位技术和遥感信息处理技术,能够提供高分辨率的影像数据,为矿山测量提供高效、实时的数据支持。

在无人机航空摄影测量中,数据采集系统是关键,它通常包括高分辨率相机、惯性测量单元和全球定位系统等设备,能够获取高精度的地理位置信息和丰富的地表特征。随后,通过专业的数据处理软件进行空三加密、影像匹配和三维建模,生成数字高程模型和数字表面模型,为矿山的地形分析、开采设计等提供精确的数字地图。同时,通过精度分析和误差控制手段,可以确保测量结果的可靠性,满足矿山测量的严格要求。

2 无人机航空摄影测量技术优势与特点

首先,该技术具有高度的灵活性和效率,能够快速获取大范围的矿区影像数据,相比传统地面测量,其时间成本可降低50%以上。

其次,通过先进的图像处理算法,可以构建高精度的三维地形模型,误差控制在厘米级别,这对于矿产资源估算和开采规划至关重要。此外,技术的自动化程度高,减少了人工干预,降低了人员安全风险,同时也提高了数据的一致性和可比性,有利于长期的矿山监测与管理。

3 矿山测量的传统方法与挑战

3.1 传统测量方法介绍

传统矿山测量方法主要包括地面控制测量、地形测绘和地球物理勘探等。地面控制测量依赖于物理标记点,如三角点网络,效率较低且受地形条件限制大。地形测绘则依靠全站仪、GPS 和测距仪等设备,工作量大,周期长,往往需要数月时间才能完成大规模矿区的测绘。地球物理勘探则通过探测地表的电磁场、重力或磁场变化来推断地下矿体的分布,但其结果解释的主观性较强,容易产生误差。

这些传统方法在数据更新、精度提升和环境适应性方面面临挑战。如,当矿山开采活动频繁,需要频繁更新测绘数据时,传统方法往往无法满足实时性需求。

3.2 现有方法的局限性

在传统的矿山测量方法中,如地面控制测量和遥感卫星影

像解析，存在着一些显著的局限性。例如，地面控制测量需要大量的人力物力，且受地形复杂性影响，数据采集效率较低。遥感卫星影像解析虽然覆盖范围广，但受制于分辨率限制，无法提供高精度的局部细节信息，更新频率也无法满足矿山快速变化的监测需求。此外，这些方法在应对临时性开采活动或突发性灾害时，往往反应不够迅速，可能导致决策延迟。因此，现有方法在实时性、精度和灵活性上都有待提升。

3. 3 矿山测量面临的新需求

随着矿产资源开发的深度与广度不断增加，矿山测量面临的新需求日益凸显。传统的测量方法，如地形图测绘、实地勘探，往往耗时长、成本高，且在复杂地形或危险区域的监测能力有限。

4 在矿山测量中无人机航空摄影测量技术的应用

4. 1 无人机航空摄影测量技术在矿区地形测绘中应用

在矿山测量中矿区地形测绘是一项至关重要的任务，它需要精确地描绘出地面特征、地表形态以及地质结构，为矿山的规划、开采和环境保护提供数据支持。传统的地形测绘主要依赖于地面控制点和航空遥感，但这种方法成本高、效率低，且难以获取高精度的三维信息。随着无人机航空摄影测量技术的发展，这一情况得到了显著改善。无人机能够在短时间内获取大量高分辨率的影像数据，通过后期处理可以快速构建地形模型，大大提高了测绘的精度和效率。

例如，在某矿山的测绘项目中利用无人机航空摄影技术，可以在几小时内覆盖数平方公里的矿区，获取到厘米级的地形细节。通过集成的 GPS 和 IMU 系统，可以精确地定位每个影像的地理位置，再结合摄影测量的原理进行空三加密和三维建模，生成高精度的 DSM 和 DEM。这样的模型可以清晰地显示出矿山的开采面、边坡、坑洼等地形特征，为矿山设计和安全评估提供直观且准确的数据基础。

在数据分析阶段，结合 GIS 技术，可以对测绘结果进行深入分析，如计算斜坡稳定性、预测潜在的滑坡区域，甚至评估开采活动对生态环境的影响。这种基于数据的决策支持，极大地提升了矿山管理的科学性和前瞻性。

4. 2 无人机航空摄影测量技术在开采过程监测中应用

在矿山测量中，无人机航空摄影测量技术在开采过程监测方面发挥了重要作用。通过高分辨率的遥感影像，可以实时、动态地监测开采区的地形变化，如开采面的扩展、边坡稳定性、矿体暴露情况等。

例如，以某矿山的实例为例，无人机在一年的监测周期内，共进行了 50 次飞行，生成了详细的地形变化序列图。通过分析，成功预警了 3 次潜在的边坡失稳事件，避免了可能的经济损失和人员伤亡。同时，通过精确的开采量监测，矿山管理方得以优化生产计划，提高了资源利用率。这表明，无人机航空摄影测量技术在开采过程监测中的应用，不仅提升了矿山的安全管理水平，也对提升经济效益产生了积极影响。

4. 3 无人机航空摄影测量技术在矿山灾害预防与评估中应用

矿山灾害预防与评估是无人机航空摄影测量技术在矿山

安全领域的重要应用。通过高分辨率的航空影像，可以实时监测矿山开采过程中的地表移动、裂缝发育等潜在灾害迹象，提高灾害预警的准确性和时效性。

例如，在某矿山的实践中，无人机在一年内进行了数十次监测，成功识别出 0.5 米宽的微小裂缝，为及时采取安全措施提供了关键数据支持。同时，结合 GIS 和机器学习算法，可以建立矿山灾害风险评估模型，分析开采深度、开采速率、地质结构等因素对灾害风险的影响，为优化开采方案和制定应急预案提供科学依据。

4. 4 无人机航空摄影测量技术在矿产资源估算中应用

矿产资源估算在矿山测量中占据重要地位，是评估矿山经济价值和制定开采计划的关键步骤。传统的资源估算主要依赖于地面钻探、采样分析，数据量有限，且耗时耗力。而无人机航空摄影测量技术的应用，通过高分辨率影像和遥感数据，可以获取更大范围、更高精度的地质信息，极大地提高了资源估算的效率和准确性。

例如，某矿山项目中，利用无人机技术，覆盖范围从几十平方公里扩大到几百平方公里，通过建立地质模型和资源估算模型，估算误差从 20%降低到 5%以下，为矿山的可持续发展提供了科学依据。

在实际操作中，可以结合 GIS 和机器学习算法，对无人机采集的数据进行深度分析，识别出矿石边界、品位变化等关键信息，进一步优化资源分布图。

例如，引用的某矿业公司案例，通过这种方法，成功识别出未被传统方法发现的矿体，新增资源量提升 30%以上，显著提升了矿山的经济效益。

然而，利用无人机技术进行资源估算也面临挑战，如数据处理的复杂性要求更高，需要更强大的计算能力和专业的地质知识。因此，未来的发展趋势可能是构建更加智能化的数据处理平台，结合云计算和 AI 技术，自动化完成从数据采集到资源估算的全过程，降低人为因素的影响，提高估算的可靠性和精度。

5 未来发展趋势与展望

5. 1 市场潜力与应用领域拓展

随着无人机航空摄影测量技术的不断发展，其在矿山测量领域的市场潜力正逐步显现。据估计，到 2025 年，全球无人机测绘市场的规模可能达到 50 亿美元，其中矿山行业应用将占据重要份额。这种技术的广泛应用，如在矿区地形测绘的精确性提升，使得资源估算的误差率显著降低，从而帮助矿业企业做出更科学的决策，提高生产效率和经济效益。

5. 2 对矿山行业的影响与变革

无人机航空摄影测量技术在矿山测量中的应用，极大地改变了传统测量的模式，提高了效率并降低了成本。通过高精度的无人机数据采集，可以快速获取矿区地形的详细信息，对比传统的人工测量，时间成本可降低 60%以上，同时减少了工作人员在复杂环境中的安全风险。

例如，在某矿山的案例中，利用无人机技术进行测绘，不

下转第 271 页

警、灾后恢复等多个方面入手，以实现灾害的系统性治理和可持续防控。

3.1 源头治理与生态恢复

源头治理是防治山地泥石流灾害的根本策略，其主要方法就是通过改善山地生态环境，增强山体的稳定性，减少泥石流发生的可能性。首先，植被恢复与生态建设是最为重要的防治手段。植被具有保持水土、提高土壤抗冲刷能力的功能，尤其是通过植被的根系固定作用，能够有效地防止土壤侵蚀和坡体滑动。因此，恢复山区的天然植被，推广人工植树造林、草地恢复等生态工程是防止泥石流灾害的长效措施。

3.2 灾害监测与预警系统

山地泥石流灾害的防治不仅依赖于源头治理，还需要建立完善的灾害监测与预警系统，确保能够及时发现潜在的风险，提前采取防范措施。现代科技手段，尤其是遥感技术、地理信息系统（GIS）和大数据分析，在泥石流灾害的监测与预测中具有重要作用。通过在山区布设监测点，实时获取降水量、土壤湿度、坡体位移等数据，可以为泥石流发生提供早期预警。此外，结合气象预报，可以在强降水天气到来前，提前发出警报，提醒居民采取防护措施。

3.3 灾后恢复与应急处置

泥石流灾害发生后，及时的应急处置和灾后恢复工作对减少损失、恢复灾后生产生活至关重要。应急处置的首要任务是人员撤离与安全保障。各级政府和相关部门应根据泥石流灾害的预测信息，提前规划疏散路线和避难场所，并进行必要的应急演练，提高群众的自我保护意识。灾情发生后，应立即组织专业救援队伍开展救援行动，重点抢救被困人员，疏导受灾群众，并为灾后重建提供支持。

4. 结论

山地泥石流灾害的发生是由多种复杂因素共同作用的结果。其孕育条件主要包括地形、气候、土壤与岩土特征等，而触发机制则涉及降水、地震、植被变化等多方面因素。尽管当前研究已取得一定进展，但由于其高度的复杂性和不确定性，仍需要进一步深入探索。我们需要综合运用现代科技手段，结合多学科的研究成果，为山地泥石流灾害的预警和防治提供更为科学的依据。

[参考文献]

- [1]刘传正，王建新.崩塌滑坡泥石流灾害链分类研究[J].工程地质学报，2024，32（05）：1573-1596.
- [2]蔡彬，谢宇.泥石流地质灾害危险性评价研究[J].中国科技论文在线精品论文，2024，17（03）：393-397.

上接第 268 页

仅在 3 天内完成了 10 平方公里的地形建模，而且通过数据分析，准确识别出潜在的滑坡区域，为矿山灾害预防提供了及时的数据支持。

在矿产资源估算方面，无人机航空摄影测量技术结合机器学习算法，可以更准确地估算矿体的体积和品位，提高资源利用率。此外，通过持续的开采过程监测，可以实时更新矿山的开采状态，为决策者提供动态的管理依据，促进矿山的可持续发展。

然而，技术的应用也面临挑战，如数据处理的复杂性、对法规环境的适应等。为应对这些挑战，矿山企业需要投资建设专门的数据处理团队，同时与政府部门积极沟通，推动相关法规的更新和完善。此外，通过与科研机构、设备供应商等多方合作，共同推动技术的创新和应用，以实现矿山测量行业的深度变革。

无人机航空摄影测量技术将进一步融合人工智能、云计算等先进技术，实现测量的自动化和智能化。这不仅将提升矿山行业的数字化水平，也将为矿山的环境保护、社区关系管理等带来更多可能性，推动行业向更加绿色、智能的方向发展。

5.3 技术融合与创新趋势

随着科技的快速发展，无人机航空摄影测量技术在矿山测量中的应用正呈现出融合与创新的趋势。传统的测量方法受限于效率和精度，而无人机技术的引入，结合了高分辨率影像处

理、GIS 和 AI 等多学科技术，实现了对矿区的实时、动态和高精度监测。

在某矿山的实际应用中，无人机系统结合机器学习算法，成功预测了潜在的滑坡区域，预警精度达到了 90%以上，显著提升了矿山灾害的预防能力。这种技术融合不仅提高了工作效率，还降低了人员安全风险，体现了技术进步对传统行业的重要影响。未来，随着 5G、云计算等技术的进一步发展，无人机数据将实时上传至云端，实现远程专家团队的即时分析和决策支持，进一步推动矿山测量领域的创新与变革。

6 结束语

综上所述，无人机航拍技术可有效提升矿井测绘工作效率与质量，充分发挥无人机在矿井测绘中的优势，是矿井测绘技术发展的重要方向。利用无人机和多种技术的综合运用，大大丰富了矿山测绘成果的种类。由此可以看出，在矿井测绘工作中，需要进一步推广无人机航测技术，从而不断促进矿井测绘技术的发展与进步。

[参考文献]

- [1]成龙辉.无人机倾斜摄影测量技术在矿山测绘中的应用分析[J].中国金属通报，2023，（07）：43-45.
- [2]魏鑫，刘宗波.试析无人机航空摄影测量技术在矿山储量监测中的具体运用[J].世界有色金属，2022，（06）：46-48.
- [3]伊本良.无人机航空摄影测量技术在矿山储量监测中的应用[J].世界有色金属，2020，（15）：22-23.