

# 无人机雷达在灾害监测中的应用效果评估

张文献

四川省地质测绘院有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i12.2094

**[摘要]** 本文深入探讨了无人机在地质灾害建设中的多元化应用场景及其重要性。在地质灾害调查与监测方面,无人机凭借高分辨率摄像和遥感技术,能够精准捕捉地质灾害信息,尤其在复杂地形和难以到达的区域展现出显著优势。通过实时数据传输与图像分析,为地质灾害的预警、评估提供了有力支持。随着技术的不断进步,无人机在地质灾害建设中的应用将更加自主化、智能化。未来,无人机将融合更多先进技术,如人工智能、大数据分析等,实现更高级别的自主飞行与智能决策,为地质灾害的预警、救援和重建提供更为全面、高效的支持。本文的研究不仅揭示了无人机在地质灾害建设中的广泛应用前景,也为相关领域的进一步研究和实践提供了有益参考。

**[关键词]** 无人机雷达; 灾害监测; 遥感监测

中图分类号: B845.67 文献标识码: A

## Evaluation of the Application Effect of Unmanned Aerial Vehicle Radar in Disaster Monitoring

Wenxian Zhang

Sichuan Geological Surveying and Mapping Institute Co., Ltd

**[Abstract]** This article deeply explores the diversified application scenarios and importance of drones in geological disaster construction. In terms of geological hazard investigation and monitoring, drones, with high-resolution cameras and remote sensing technology, can accurately capture geological hazard information, especially in complex terrains and hard to reach areas, demonstrating significant advantages. Through real-time data transmission and image analysis, it provides strong support for the early warning and assessment of geological disasters. With the continuous advancement of technology, the application of drones in geological disaster construction will become more autonomous and intelligent. In the future, drones will integrate more advanced technologies such as artificial intelligence and big data analysis to achieve higher-level autonomous flight and intelligent decision-making, providing more comprehensive and efficient support for geological disaster warning, rescue, and reconstruction. This study not only reveals the broad application prospects of drones in geological disaster construction, but also provides useful references for further research and practice in related fields.

**[Key words]** UAV radar; Disaster monitoring; Remote sensing monitoring

### 引言

近年来地质灾害频发,对人类社会构成严重威胁。国家已加大地质灾害监测与防控力度,建立了多层次监测体系,并强化预警系统建设,以期降低灾害损失。然而,地质灾害的突发性、隐蔽性及复杂性,加之传统监测手段的局限,如范围有限、数据获取难等,使得监测工作仍面临诸多挑战。

无人机雷达技术的快速发展,为地质灾害监测带来了新曙光。其以高灵活性、广覆盖范围和快速准确的数据获取能力,有

望突破传统监测的瓶颈。无人机雷达能实时监测地质灾害,实现早发现、早预警,提高监测效率与准确性。同时,它还能进入人员难以触及的危险区域,为防灾减灾提供全面、可靠的数据支撑。

本文旨在探讨无人机雷达在地质灾害监测中的应用及意义,分析政府层面的监测防控部署,揭示当前监测存在的壁垒,并阐述无人机雷达如何有效应对这些挑战。通过本研究,期望为地质灾害监测与防控提供新思路,推动监测技术的持续进步,为防灾减灾贡献力量。

## 1 无人机雷达技术原理

无人机雷达技术是一种结合了无人机平台和雷达系统的先进遥感技术,其核心在于利用电磁波的发射、传播和接收原理,实现对地面或空中目标的探测、定位和成像。首先,无人机雷达系统通常由发射机、接收机、天线、信号处理单元和数据传输设备等组成。发射机负责产生高质量的电磁波信号,这些信号通过天线以定向波束形式向空间发射。当这些电磁波遇到目标时,部分能量会被反射回来,形成回波。天线作为电磁波发射和接收的接口,其设计和指向性对雷达性能至关重要。接收机则负责接收和处理这些回波信号,通过测量发射和接收电磁波之间的时间差,可以确定目标的距离;而通过对回波信号的处理和分析,还可以提取出目标的速度、方向等更多信息。

信号处理单元在无人机雷达技术中扮演着核心角色。它负责从回波信号中提取有用信息,这通常包括滤波、放大、检波和解调等步骤。先进的信号处理算法,如匹配滤波、多普勒滤波等,能够进一步提高雷达的探测精度和抗干扰能力。通过这些处理步骤,雷达系统能够生成目标的高分辨率图像,为灾害监测等应用提供准确的数据支持。

无人机雷达技术的工作原理还涉及其在各种环境条件下的适应性。例如,在复杂地形和恶劣天气条件下,无人机雷达系统需要具备强大的抗干扰能力和稳定性,以确保探测结果的准确性和可靠性。为了实现这一目标,雷达系统通常采用多种先进技术,如优化天线设计、开发更先进的目标识别算法以及加强系统加密和防护等。

无人机雷达测量的原理如下图1所示,通过发射并接收反射的无线电波,能够精准获取目标的多种监测数据,包括距离、速度、方向和高度等关键信息。这些数据为无人机的精准导航、目标跟踪和环境感知提供了坚实基础。在应用领域上,无人机雷达展现出广泛潜力,不仅适用于军事侦察、目标定位等战场需求,还深入民用领域,如地形测绘、气象观测、交通监控及地质灾害监测等,为城市规划、灾害预警和应急响应等提供了高效、准确的空中监测手段,极大地拓展了无人机的应用价值与社会效益。

## 2 应用实例

### 2.1 灾害监测与评估

在灾害监测与评估领域,无人机雷达技术以其独特的优势,正逐渐成为不可或缺的工具。这项技术结合了无人机的灵活部署能力和雷达的高精度探测能力,使得在灾害发生后,能够迅速、准确地获取灾区的关键信息,为救援决策、灾后重建、灾害评估提供有力支持。

无人机雷达在灾害监测中的首要任务是快速响应。在地质灾害监测中,无人机雷达能够穿透植被覆盖,精准测量地面形变,及时发现滑坡、泥石流等潜在风险。通过构建高精度DEM(数字

高程模型),能够定量分析地表粗糙度、坡度等地形地貌参数,为灾害监测提供科学依据。例如,在滑坡监测中,无人机雷达能够实时监测滑坡体的移动速度和方向,为预警和疏散提供宝贵时间。

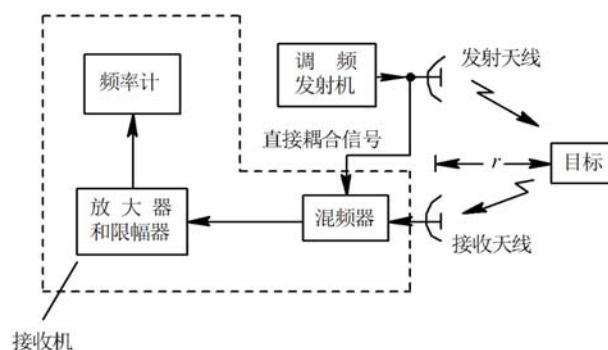


图 1



图2 无人机雷达地质灾害监测示意图

在灾害评估方面,无人机雷达技术同样发挥着重要作用。通过对灾区进行连续的雷达扫描,可以获得地表形变、水位变化等动态信息。这些数据对于评估灾害的严重程度、预测灾害的发展趋势以及制定有效的救援措施至关重要<sup>[1-3]</sup>。例如,在地震灾区,无人机雷达可以监测到地壳的微小形变;在洪水灾区,雷达图像可以准确反映洪水的淹没范围和深度,为救援队伍提供安全的救援路径。

### 2.2 灾害预警

在灾害管理领域,预警系统的建立和完善对于减少灾害损失、保护人民生命财产安全具有至关重要的意义。无人机雷达技术,凭借其独特的遥感监测能力和高效的数据处理机制,正在灾害预警方面展现出巨大的潜力和价值。

无人机雷达技术能够实现对地表形变的精确监测,这是灾害预警的关键一环。特别是在地震、滑坡、泥石流等地质灾害

的预警中,地表微小的形变往往预示着灾害的即将发生。无人机雷达通过定期或实时的飞行监测,可以捕捉到这些形变信息,并通过数据分析算法识别出潜在的危险区域。一旦监测到异常形变,系统可以立即发出预警信号,为相关部门和居民提供宝贵的逃生时间,有效降低灾害造成的人员伤亡和财产损失。

无人机雷达技术在灾害预警方面展现出了巨大的应用潜力和价值。不仅能够实现对地表形变、灾情等灾害要素的精确监测,还能够与其他技术相结合形成更为完善的预警体系。

### 3 应用效果评估

#### 3.1 准确性和实用性

无人机雷达技术在灾害监测与预警中的准确性和实用性,是其广泛应用并受到高度认可的关键所在<sup>[4]</sup>。这种技术结合了无人机的灵活机动性与雷达的远距离、高精度探测能力,为灾害信息的快速获取与准确评估提供了强有力的支持。它通过发射微波信号并精确接收地面反射的回波,实现了对地表特征的精细测量。这些回波数据经由先进的算法处理,能够生成具有极高分辨率的雷达图像,地表上的微小细节得以清晰呈现。

在地质灾害监测的实践中,这种高精度成像能力显得尤为重要。无人机雷达能够准确捕捉灾区的地形地貌特征,包括山体的裂缝、滑坡体的轮廓以及建筑物的损毁状况等。同时,它还能精确识别道路的中断位置、水流的改道情况,为救援人员提供了详尽的灾区现场信息,为救援决策的制定奠定了坚实基础。

更为关键的是,无人机雷达技术实现了厘米级的地表形变监测与变化感知。它能够实时监测地表微小的形变,如滑坡体的缓慢移动、地面的沉降等,这些数据对于准确评估灾害的严重程度、预测灾害的发展趋势具有至关重要的意义<sup>[5]</sup>。这些高精度的监测数据,不仅提高了灾害应急响应的效率,也为灾害防治工作提供了科学依据,有效降低了灾害带来的损失。

#### 3.2 成本效益

在成本效益方面,无人机雷达技术同样展现出了显著的优势。相较于传统的地面监测手段,无人机雷达能够大幅降低监测成本。传统的地面监测往往需要投入大量的人力、物力和财力,建立复杂的监测站点和网络,而无人机雷达则只需通过无人机搭载设备,即可轻松覆盖广泛的监测区域<sup>[6-7]</sup>。这种监测方式的灵活性不仅降低了监测成本,还提高了监测效率。

无人机雷达技术的成本效益还体现在其长期的使用价值上。无人机雷达设备具有较长的使用寿命和较低的维护成本,能够持续为地质灾害监测提供稳定的数据支持<sup>[8]</sup>。而且,随着技术的不断进步和应用的深入,无人机雷达的监测能力和精度将不断提升,其成本效益也将进一步凸显。

### 4 面临的挑战与解决方案

在地质灾害监测中,不同场景往往伴随着各自独特的问题和挑战,而无人机雷达技术以其灵活性和高精度,为这些问题提

供了切实可行的解决方案。在滑坡监测中,传统的地面监测方法往往受限于地形复杂、监测点难以布置等难题。滑坡体可能位于陡峭的山坡或植被茂密的区域,使得人员难以接近,监测设备也难以安装和维护。然而,无人机雷达技术能够轻松飞越这些复杂地形,通过高分辨率的成像能力,实时监测滑坡体的形变和移动情况。无人机雷达可以捕捉到滑坡体表面的微小变化,如裂缝的扩展、土体的松动等,为滑坡预警和应急响应提供及时、准确的数据支持。在泥石流监测中,传统方法往往难以准确预测泥石流的发生时间和规模。泥石流通常发生在降雨后,水流携带大量泥沙和石块沿山坡冲下,对下游地区构成严重威胁。无人机雷达技术能够通过监测地表水流的变化、土壤湿度的增加以及地形地貌的变化,来预测泥石流的发生风险。同时,无人机雷达还能实时监测泥石流的流动速度和方向,为疏散和救援工作提供关键信息。在地震引发的地表破裂和建筑物损毁监测中,无人机雷达技术同样发挥着重要作用。地震后往往伴随着大量的地表破裂和建筑物倒塌,传统方法难以快速、全面地评估灾害情况。而无人机雷达能够迅速飞越灾区,通过高分辨率成像技术,准确识别地表破裂的位置和规模,评估建筑物的损毁程度。这些数据对于灾后重建、救援物资分配以及人员安置等决策具有至关重要的意义。

针对以上挑战,无人机雷达技术提供了以下具体解决方案:首先,利用其灵活性和高机动性,无人机能够轻松进入复杂地形和危险区域,进行实时监测和数据采集;其次,通过高分辨率成像技术和先进的数据处理算法,无人机雷达能够准确提取地表特征,实现厘米级的地表形变监测;最后,无人机雷达还能够实时监测动态信息,如水流变化、土壤湿度等,为灾害预测和应急响应提供科学依据。

### 5 结论

无人机雷达技术在地质灾害监测领域的广泛应用,不仅彰显了其卓越的技术优势,更体现了科技在防灾减灾中的巨大潜力。通过高精度、高效率的监测手段,无人机雷达成功克服了传统方法在地形复杂、环境恶劣等条件下的限制,为滑坡、泥石流、地震等各种地质灾害提供及时、准确的监测数据。这些数据不仅为灾害预警和应急响应赢得了宝贵时间,更为灾后重建和风险识别提供了科学依据。无人机雷达技术的出现,不仅提升了全社会的防灾减灾能力,更彰显了科技创新在保障人民生命财产安全中的重要作用。展望未来,随着无人机雷达技术的不断进步和应用领域的不断拓展,其将在地质灾害监测和防灾减灾工作中发挥更加重要的作用,为构建安全、和谐的社会环境贡献科技力量。

### 【参考文献】

[1]段涛,邓宇峰,郭猛猛.无人机低空遥感技术在崩塌地质灾害动态监测中的应用[J].能源技术与管理,2024,49(3):31-34.

[2]崔效文.无人机技术在地质灾害监测中的应用[J].安徽地质,2024,34(02):153-156.

[3]王方青.无人机遥感技术在地质灾害监测与评估中的应用[J].中国高新科技,2024,(08):133-135.

[4]张怀艳,施紫鹏.无人机倾斜摄影测量技术在地灾监测中的应用[J].中国新技术新产品,2023,(16):109-111.

[5]廉旭刚,韩雨,刘晓宇,等.无人机低空遥感矿山地质灾害监测研究进展及发展趋势[J].金属矿山,2023,(01):17-29.

[6]武建军,杜若华.重大灾害空天地一体化应急监测评估技

术的探索与展望[J].中国减灾,2022,(21):16-19.

[7]肖梅萍.无人机倾斜摄影技术在地质灾害监测中的应用[J].河南科技,2022,41(20):21-24.

[8]许强,郭晨,董秀军.地质灾害航空遥感技术应用现状及展望[J].测绘学报,2022,51(10):2020-2033.

#### 作者简介:

张文献(1988--),男,汉族,四川省巴中市人,本科,四川省地质测绘院有限公司,摄影测量。