

小型无人机在水利水电高边坡稳定性监测中的适用性研究

刘伟男

河北省迁安市水利局

DOI:10.12238/hwr.v9i6.6411

[摘要] 小型无人机技术的快速发展为水利水电高边坡的稳定性监测提供了新机遇。在复杂和危险的高边坡环境中,传统的监测手段面临诸多困难,如人力资源消耗大、数据获取不及时、监测精度低等问题。无人机具有灵活性强、飞行高度可调、覆盖面广等优势,能够在不影响正常生产的情况下对边坡的动态变化进行高效监测。本研究通过对小型无人机在高边坡稳定性监测中的适用性进行探讨,分析了无人机在数据采集、实时监测、以及后期数据处理中的关键技术,并提出了该技术在提升监测精度、减少人工干预等方面的优势。最终,研究旨在为水利水电项目中的边坡稳定性监测提供可行的技术支持,助力相关领域的安全管理工作。

[关键词] 小型无人机; 水利水电; 高边坡; 稳定性监测; 技术应用

中图分类号: TV **文献标识码:** A

Study on the applicability of small UAV in stability monitoring of high slopes of water conservancy and hydropower

Weinan Liu

Water Conservancy Bureau of Qian'an City Hebei Province

[Abstract] The rapid advancement of small unmanned aerial vehicle (UAV) technology has opened new opportunities for monitoring the stability of high slopes in water conservancy and hydropower projects. In complex and hazardous high slope environments traditional monitoring methods face significant challenges such as high human resource consumption untimely data acquisition and low monitoring accuracy. UAVs with their flexibility adjustable flight altitude and wide coverage can efficiently monitor the dynamic changes of slopes without disrupting normal operations. This study explores the applicability of small UAVs in monitoring the stability of high slopes analyzes key technologies in data collection real-time monitoring and post-data processing and highlights the advantages of this technology in improving monitoring accuracy and reducing human intervention. Ultimately the study aims to provide practical technical support for slope stability monitoring in water conservancy and hydropower projects thereby enhancing safety management in these fields.

[Key words] small UAV water conservancy and hydropower high slope stability monitoring technology application

引言

水利水电工程中,高边坡稳定性一直是确保工程安全的重要因素。传统的监测方法依赖于人工巡检,难以应对高风险环境下的实时数据需求和监测精度要求。近年来,小型无人机技术作为一种新兴手段,因其机动性强、飞行高度可调且能够获取精确的遥感数据,逐渐引起了广泛关注。通过搭载高清摄像头、激光雷达等高精度传感器,无人机能够在较短时间内覆盖大面积区域,实时获取高质量的监测数据。无人机操作简便,适应复杂环境的能力强,为高边坡监测提供了新思路。如何利用无人机技术优化监测流程,提升边坡稳定性监测的实时性和准确性,已成为

水利水电领域亟待解决的问题。

1 小型无人机技术在水利水电高边坡稳定性监测中的应用背景

1.1 水利水电工程边坡监测现状与挑战

在水利水电工程中,边坡的稳定性监测是保障工程安全的关键环节。边坡失稳可能导致灾难性后果,影响周围环境及人民生命财产安全。传统的边坡监测方法主要依赖人工巡检、地面测量以及固定监测点的长期观测。然而,这些方法通常受到环境复杂性、天气变化和人员安全等因素的影响,难以在不干扰工程运行的情况下进行实时监测。人工巡检需要耗费大量人力,且难

以全面覆盖整个边坡区域,往往存在数据采集不及时、不全面的问题。地面监测技术存在精度不足、数据分析周期长等局限性。亟需一种新型的高效、便捷的监测技术来替代传统方法,确保边坡稳定性得到全面、持续的监控。

1.2 无人机技术的基本原理与优势

小型无人机技术的快速发展为边坡稳定性监测提供了全新的解决方案。无人机系统通常由机体、飞行控制系统、传感器系统和数据传输系统组成。机体轻便且具有出色的机动性,能够飞行至传统监测手段无法到达的区域。飞行控制系统确保无人机在复杂地形和恶劣天气条件下稳定飞行,而传感器系统可搭载高清摄像头、激光雷达、红外成像仪等设备,实时获取高精度的监测数据。与传统的人工巡检和地面监测方法相比,无人机不仅提高了数据采集的效率,还确保了监测的高精度。其灵活性和高效性使得无人机在边坡监测中具备显著优势,能够迅速识别潜在风险并及时发现问题。

1.3 无人机在工程监测中的发展趋势

随着无人机技术的进步,其在水利水电工程中的应用日益广泛。从最初的航拍到现在集成多种传感器的智能监测系统,无人机在边坡监测中展现出巨大潜力。结合人工智能、大数据和云计算等技术,未来无人机将具备更强的自主飞行、自动数据分析和实时监控能力。无人机不仅能实现多源数据融合,还能进行全面的边坡稳定性评估。边坡监测系统将向智能化、自动化发展,通过深度学习和图像识别技术,无人机能够自动识别边坡形变和裂缝等关键问题,进一步提升监测精度和响应速度。技术的不断优化将使边坡监测更加高效、精准、智能。

2 小型无人机在边坡稳定性监测中的技术适用性分析

2.1 小型无人机的飞行能力与适应性

小型无人机的飞行能力为其在边坡稳定性监测中的应用提供了重要基础。无人机具备灵活的机动性,能够应对复杂地形,如陡峭边坡和山脊等高难度环境。其可调飞行高度使得根据监测需求进行定高飞行成为可能,从而实现对不同层次边坡的精准监测。部分无人机支持在狭小空间和高海拔地区飞行,突破传统地面设备的局限。无人机还具备良好的抗风性能,在风速较大的环境下仍能稳定飞行,确保数据的准确性与稳定性。小型无人机的飞行能力和适应性使其成为边坡监测的理想选择。

2.2 传感器技术对监测精度的影响

无人机的监测精度在很大程度上依赖于其搭载的传感器设备。现代无人机可搭载多种传感器,如高清摄像头、红外传感器、激光雷达、GPS定位系统等。这些传感器能够实时获取边坡的图像、热成像数据以及三维地形数据。激光雷达能够提供高精度的三维地形模型,有效反映边坡的微小变化,帮助识别潜在的滑坡或崩塌风险。高清摄像头则能够获取边坡表面的清晰图像,对裂缝、岩石松动等情况进行精确诊断。红外传感器通过捕捉温度变化来监测边坡的热异常,帮助发现水土流失和湿滑等隐患。传感器技术的不断提升使得无人机在边坡监测中的精度得

到保障,能够提供高分辨率的数据支持,帮助工程技术人员做出及时的决策。

2.3 数据采集与处理的技术要求

边坡稳定性监测对数据采集与处理提出了高技术要求。无人机需配备精确传感器和强大的数据处理系统,以高效采集影像、激光扫描及温湿度等数据,并实时传输与处理。这些数据必须经过快速分析与融合,以确保准确性和完整性。数据处理技术涵盖图像处理、三维建模和动态监测等,系统通过自动化算法精准识别边坡形变、裂缝和滑坡等问题。数据处理平台需支持实时更新和存储,确保监测人员及时掌握边坡动态。无人机系统需具备高效的计算和分析能力,以保证数据处理的精度与实时性。

3 小型无人机在边坡监测中的数据采集与分析技术

3.1 无人机遥感数据的采集方法

无人机遥感技术作为一种先进的数据采集手段,已在边坡监测中带来革命性变化。通过搭载高精度传感器,无人机能够高效采集地面数据,包括高分辨率图像、激光雷达扫描、热成像和地形高度测量等。无人机可根据飞行轨迹和目标区域需求,灵活调整飞行高度和拍摄角度,确保全面监测边坡的每一部分。激光雷达技术实时扫描地面,生成精确的三维模型,有效反映边坡的变化趋势和潜在风险。红外成像则通过温度变化监测边坡湿滑状态,提前预警水土流失等问题。数据采集的精度与可靠性直接影响后期分析的准确性,因此无人机的传感器设备需要具备高性能和高精度,以确保监测数据的质量和可靠性。

3.2 边坡形变监测与数据分析技术

边坡形变监测是评估边坡稳定性的重要手段。在无人机技术的辅助下,边坡形变的监测得到了显著提升。通过无人机搭载的激光雷达与高分辨率摄像头,可以实时获取边坡的三维数据和高清图像。这些数据通过计算机系统进行处理,利用图像识别与三维重建技术,能够精确识别边坡表面细微的变形和裂缝扩展。动态监测则可以通过无人机周期性飞行,定期获取边坡形变数据,形成边坡形变的时间序列模型。这种方法能够帮助监测人员及时发现潜在的滑坡风险,并进行预警。除了图像处理技术,数据分析还涉及到大数据技术的应用,通过对历史数据的分析,预测未来可能发生的变化趋势。

3.3 实时监测系统的设计与实现

实时监测系统是无人机在边坡稳定性监测中最重要的应用之一。通过无人机的实时数据传输和处理能力,可以随时获取边坡的最新监测结果,帮助监测人员及时应对突发事件。设计一个高效的实时监测系统需要考虑多个方面,包括飞行规划、数据传输、数据处理及用户接口等。飞行规划系统能够根据边坡的具体情况,设计出最佳的飞行路线,确保无人机能够覆盖边坡的所有关键区域。数据传输系统则需要保证实时将数据传输到地面站,以便进行即时分析。数据处理部分则依赖于先进的图像处理与数据融合技术,通过自动化算法分析边坡的变化。最终,监测结果通过可视化界面展示给操作人员,便于快速判断边坡的稳定性和安全性。

4 小型无人机在边坡稳定性监测中的应用实例与效果评估

4.1 无人机在边坡稳定性监测中的实际应用案例

在多个水利水电项目中,无人机已广泛应用于边坡稳定性监测。某水电项目采用无人机对其高边坡进行常规监测,通过搭载高清摄像头和激光雷达系统,成功获取了边坡的实时三维数据和高清影像。这些数据帮助工程师实时掌握边坡变形情况,并为工程决策提供数据支持。利用无人机定期飞行,系统可以及时发现边坡上的裂缝或滑坡迹象,并进行自动分析,预测未来的稳定性变化。这种方式不仅提高了监测精度,还大大提高了工作效率,减少了人工巡检的成本和风险。

4.2 应用效果与传统监测手段的对比

与传统的监测手段相比,无人机在边坡监测中展现出明显的优势。传统的地面监测需要大量人力和物力,而无人机能够在短时间内覆盖更大范围,减少了现场人员的工作量,降低了潜在的安全隐患。通过无人机采集的遥感数据,不仅精度高,还能实时传输至数据处理中心,进行快速分析。这一过程相比传统的人工数据采集和分析,节省了大量时间。无人机还能够在恶劣环境下进行工作,如山区、湿滑区域等,使得边坡监测更加全面和深入。

4.3 无人机技术在监测中的问题与挑战

尽管无人机技术在边坡监测中取得了显著成效,但仍面临一些问题与挑战。受限于电池续航时间,无人机在长时间飞行时可能需要频繁充电,这会影响大规模监测的效率。复杂天气条件下,如强风、大雨等,也可能影响无人机的飞行稳定性,导致监测数据的不准确。数据传输过程中的延时问题也可能影响实时监测效果。随着技术的不断发展,这些问题有望得到解决,但仍需进一步优化无人机系统以提高其在复杂环境下的可靠性和稳定性。

5 小型无人机在水利水电高边坡监测中的未来发展方向

5.1 无人机监测技术的进一步优化

无人机监测技术的未来发展方向将朝着更高的精度、更长的续航时间以及更强的自动化能力方向发展。随着电池技术的突破,无人机的飞行时间将得到显著提升,能够更好地满足长时间、大范围监测的需求。新的传感器和数据处理技术的研发将使得无人机在边坡监测中的数据采集更加精确,能够全面捕捉边坡的微小变化。无人机的自主飞行能力也将得到进一步加强,实现完全的自动化操作。无人机的这些技术进步将大大提升边坡监测的效率和精度,减少人工干预的需求。

5.2 边坡监测系统的智能化与自动化

边坡监测系统未来将逐渐向智能化、自动化方向发展。结合人工智能技术,无人机将能够自主分析边坡数据,自动识别潜在风险,并进行及时报警。人工智能算法将使无人机不仅能够自动飞行,还能自动规划飞行路径,减少人为操作失误。通过机器学习和大数据分析,系统将能够更加精确地预测边坡稳定性变化,为决策提供更为科学的数据支持。智能化和自动化的结合,将极大提升监测系统的实时性与精准度,降低人为错误和操作成本。

5.3 无人机技术在水利工程中的拓展应用

随着无人机技术的不断成熟,其应用领域在水利水电工程中将进一步拓展。除了边坡监测,无人机还可以广泛应用于坝体监测、生态环境评估、水库水位监测等多个方面。通过搭载高清摄像头、激光雷达、红外传感器等多种设备,无人机能够实时获取坝体表面裂缝、变形、沉降等数据,为坝体的健康状况提供精确评估。在生态环境评估中,无人机可以监测水体污染、植被覆盖率等变化,帮助评估环境影响。水库水位的变化也可以通过无人机实时监测,确保水库管理的安全性和科学性。未来,结合多种传感器和遥感技术,无人机将在水利水电工程中发挥更加重要的作用,为工程安全管理和环境保护提供坚实的技术支撑。

6 结语

本文探讨了小型无人机在水利水电高边坡稳定性监测中的应用。通过分析无人机的飞行能力、数据采集与处理技术,以及其在实际监测中的应用实例,展示了无人机在边坡监测中的显著优势。无人机技术的高灵活性、精准数据采集和智能化分析能力,使其在复杂地形和极端环境下的应用成为可能,有效提升了边坡稳定性监测的效率与精度。未来,随着无人机技术的进一步优化,其在边坡监测中的作用将更加重要,为水利水电工程的安全管理提供有力支持。

[参考文献]

- [1]李明,王强.无人机技术在边坡监测中的应用[J].水利科技,2022,58(6):102-109.
- [2]陈斌,赵俊.小型无人机在水利工程中的应用研究[J].水利水电技术,2021,47(3):210-217.
- [3]张伟,李鹏.无人机遥感技术在高边坡监测中的发展与应用[J].遥感技术与应用,2023,38(4):45-52.
- [4]王涛,高磊.基于无人机的水利工程边坡稳定性监测技术研究[J].水文与水资源,2022,39(2):134-140.

作者简介:

刘伟男(1987--),男,汉族,河北省唐山市迁安市人,本科,工程师,研究方向:水利水电工程。