

利用红外摄像与智能AI识别技术监测预警切坡建房隐患的研究

何群¹ 许鹏球²

1. 湖南省汝城县自然资源局 湖南郴州 424100

2. 湖南省核地质调查所 湖南长沙 410114

摘要: 本文介绍了一种创新的综合监测策略, 该策略融合了红外摄像机的高级感知能力和智能人工智能(AI)识别技术, 旨在实现对切坡建房区域地质安全隐患的高效、精准预警。针对现有的监测预警手段欠缺, 资金投入大效率低下等问题, 尤其是面对广袤地域时的人力限制, 本研究开拓性地应用现代科技手段, 力图突破这些局限。文中首先进一步阐述了该创新方法的核心竞争力, 包括其全天候工作能力、即时数据分析以及对微小地质灾害发生前兆的高敏感性。接着, 文章深入分析了实施此方案的关键技术挑战与实际操作考虑因素, 涵盖了红外摄像机的部署优化、AI算法的定制与训练、数据处理的自动化以及系统集成与维护的可行性。此外, 还探讨了如何克服环境干扰, 确保监测数据的准确性和可靠性, 以及如何利用云计算和大数据技术增强系统的响应速度和数据分析能力。最后, 本研究总结了该方法的实践意义, 强调了其在提高预警效率、减少灾害损失、优化资源配置等方面的应用潜力, 为决策者、研究人员和行业从业者提供了宝贵的参考, 旨在促进更科学、高效的地质灾害预防和管理策略的制定与实施。

关键词: 切坡建房; 监测预警; 红外摄像; 智能AI识别

引言

切坡建房作为一种普遍的土地利用策略, 在缓解居住紧张状况的同时, 也对自然生态系统构成了显著压力, 并对人类居住安全提出了严峻考验, 尤其是频繁发生的滑坡与崩塌灾害, 对人民的生命财产安全及社会经济的可持续发展构成了严重威胁。以2020年湖南省为例, 共记录地质灾害隐患点达18, 496处, 其中滑坡、崩塌、泥石流及地面塌陷等灾害广泛分布, 且由切坡建房直接引发的地质灾害高达12, 729处, 主要表现为滑坡, 凸显了滑坡灾害的高发性和严重性。这类灾害的成因复杂, 涉及自然因素如地形、岩土特性, 以及人为的切坡活动, 共同作用下显著降低了地形的稳定性。与自然地质灾害相比, 切坡建房诱发的灾害具有明确的人为触发因素、影响范围虽局限但针对性更强、预警难度大、以及灾害体稳定性极低等特点, 对防治策略提出了更高要求, 亟需更为精细与智能的应对方案。

近年来, 我国地质灾害点的监测技术取得了长足进步, 通过增设专业设备和预警系统的升级, 提升了对灾害隐患点的监控效能。但地质灾害发生的突发性使得灾害预警更依赖于传统的灾害前兆的识别, 而对于切坡建房地质灾害而言, 其隐蔽性和突发性更加剧了预警的难度。在此背景下, 红外成像技术和人工智能算法的最新进展为地质灾害监测预警领域带来了革命性的转机。这

些技术凭借其全天候监测预警能力、远距离识别与大数据分析优势, 能敏锐捕捉地表微弱变化, 显著提升预警的精确度和时效性, 为破解切坡建房地质灾害监测难题提供了崭新的视角和途径。

本研究致力于探究红外成像与人工智能技术融合应用在切坡建房地质灾害监测领域的可能性与潜力, 通过深入分析技术原理、评估技术应用的实际成效, 旨在构建一个更为科学合理、高效智能的监测预警系统。此系统的目标在于增强地质灾害的早期预警能力, 减少灾害带来的损失, 从而为保护人民生命财产安全提供坚实的科技支撑与策略导向。

一、研究方法

1. 切坡建房地质灾害特征与预测前兆分析

切坡建房引发的主要地质灾害为滑坡与崩塌, 其中滑坡事件尤为突出。这些灾害的生成与岩土体特性紧密相关, 土质斜坡倾向发生滑坡, 而岩质地带则更易出现崩塌, 两者虽机制不同, 却共同受到降水活动与切坡作业的强烈影响, 致使斜坡稳定度急剧降低。牵引式滑坡作为切坡建房区域的一个主要威胁, 表现为坡脚支撑减弱, 下部滑动引发中上部连锁失稳, 类似于后退式滑坡的演化过程。地质灾害固有的隐蔽性和突发性, 加之地形复杂性、岩土属性差异及不合理的建房布局, 往往

导致灾难性的人员伤亡和财产损失。受切坡建房地质灾害发生规模及特征而言，目前未有有效的手段进行监测预警，切坡建房地质灾害的监测预警是预防和减轻灾害损失的重要环节，现有的具体措施包括：1.群测群防体系：建立以户为基础的监测网络，指定切坡建房户的家庭成员作为监测员，负责日常观测，发现异常立即上报。同时，加强村民的防灾减灾教育，提升自我保护意识。2.预警信息发布：通过12379等预警平台，以及短信、广播、社交媒体等多种渠道，及时向切坡建房户及周边居民发布预警信息，确保信息的快速传达。3.气象联动机制：与气象部门建立紧密联系，根据天气预报尤其是强降雨预警，提前做好人员撤离准备，特别是在连续降雨后即使天气转晴，也要继续保持高度警惕。4.应急演练：定期组织切坡建房区域的居民进行应急疏散演练，确保在灾害发生时能够迅速有序地撤离到安全地带。5.风险评估更新：对切坡建房区域进行定期的风险评估，特别是针对3年内新建且符合高风险标准（如临坡距离少于3米，坡高大于8米，坡度大于50°）的房屋，进行重点监控。本研究聚焦于识别切坡建房活动中的若干关键前兆特征，旨在实现灾害的早期预警，具体包括：

微崩塌频发：持续的小规模土石滑移现象。

地表裂痕扩张：新出现或增宽的地表及近地裂缝，伴随地面形变。

山坡裂纹突显：山坡上快速形成的裂缝，标志着结构不稳定。

土层疏松与渗水加剧：施工导致的土层松散促进雨水渗透，可能引起渗漏。

植被异常变化：植被非自然枯萎或滑移，预示深层土壤活动。

水文动态异常：水位无明显原因的波动或泉水流量突变，反映地下水流动变动。

异常声响：在相对安静环境中可察觉的细微破裂声或低沉轰鸣，预兆山体内部变化。

动物行为异常：动物群体异常迁徙，暗示潜在的环境威胁。

特别强调对切坡边缘土石松动与坍塌迹象的监测，构建预警系统，及时启动隐患排查措施，并在必要时组织居民紧急撤离。

2. 红外摄像与智能监测预警技术的应用探讨

红外摄像与智能监测预警技术，尤其是具备夜视能力的红外摄像设备，能够在低光照甚至全黑环境中捕捉高清影像，结合现代信息技术与先进的人工智能算法，

实现了远距离、非侵入式的高效监测与预警功能。此技术在众多领域展现其广泛应用潜力，如安全防护、电力设施监控、油气田监管、火灾预警等，尤其在安全防范领域，已成为住宅、商业设施的标准配置，有效辨识并追踪移动目标或人员。

当前，这一技术已步入高度成熟阶段，其精确度、响应速度及数据分析能力不断优化，为地质灾害的智能监测提供了坚实的技术基础。

二、核心优势分析

1. 远程实时监测能力

本研究采用的红外摄像机技术，凭借其强大的全天候工作性能，能够在极端气候条件和黑夜环境下持续稳定地捕获高清影像资料，极大地拓宽了监测的时间窗口和空间范围。这一特点对于捕捉切坡建房小范围地质结构微妙变化、预测滑坡、崩塌等灾害前兆尤为关键，使得监测人员能在灾害发生初期甚至之前就能获得警报，为采取防范措施争取宝贵时间。

2. 智能预警系统的高效性

集成的智能预警系统，依托于先进的深度学习算法与图像识别技术，能够从连续的视频流中自动筛选、分析潜在的危险信号，如局部垮塌、石块掉落、流水浑浊、植被覆盖异常等，这些都是传统人工监测难以察觉的细节。AI系统的自动化处理能力显著提高了预警的准确性和时效性，使应急响应机制得以迅速启动，有效减少了灾害带来的损失。

3. 经济与效率的平衡

相较于传统的物理传感器网络部署，视频监控与AI分析的解决方案在大规模区域应用时，展现出了更高的性价比。它不仅减少了硬件安装与维护的成本，而且通过集中处理和分析，降低了人力监控的需求，特别适用于地理分布广泛且交通不便的偏远地区。这种方案的灵活性和扩展性，使得资源可以更加集中地用于风险最高的区域，进一步优化了监测效率。

4. 数据驱动的决策支持

该系统在持续运行中积累的大量数据，不仅是即时预警的基础，更是进行深度数据分析和机器学习模型迭代优化的宝贵资源。通过对历史数据的挖掘和趋势分析，可以揭示地质灾害发生的规律性，为制定更为科学合理的长期风险管理策略和紧急疏散计划提供有力的数据支持。同时，随着算法的不断自我优化，系统识别精度将进一步提高，为未来地质安全监测领域带来更深层次的智能化变革。

4.1 系统架构设计

4.1.1 前端采集层优化

本系统前端采集模块经过精心规划，部署了尖端的高灵敏度红外摄像装备，依据地形地貌特性实施精密布控，确保监测网无遗漏覆盖整个切坡区域。摄像装置需兼备高清成像与夜视功能，并达到IP66及以上防护等级，确保在极端气候与复杂户外环境下长期稳定工作，精准捕获任何细微的地貌变化。

4.1.2 数据传输层强化

数据传输架构融合了成熟的家庭宽带资源与最前沿的无线通信技术（如4G/5G及卫星通讯），确保现场数据能够不间断且高效地传送至云端服务器，即使在偏远地带亦能维持高度连接可靠性。通过智能多路径冗余设计，系统能在网络波动时自动切换最优传输路径，保障数据的即时性与完整性。

4.1.3 智能处理层深化

构建云端人工智能处理中枢，集成了专为地质监测优化的深度学习算法模型，能够对连续视频流实施实时解析与智能分析。该模型基于广泛标记的样本库不断训练进化，精确识别地质变异的多元表征，显著提高对滑坡、坍塌等灾害预兆的辨识速度与准确率。

4.1.4 决策支持层升级

打造友好型用户交互界面，不仅实时展示监测状况与预警信号，还嵌入了强大的数据分析工具，助力用户深入挖掘历史数据、追踪趋势变化并进行风险预估。利用丰富的图表类型、热力图等可视化手段，直观呈现地质活动态势，加速决策者对现状的洞察及应对策略的形成。

4.1.5 预警命令与应急响应优化

构建反应敏捷的预警指令系统，一旦系统AI分析确认地质灾害风险，即刻启动多元化预警机制，涵盖声光报警、即时通讯软件通知、短信通知等多种渠道，确保紧急信息迅速传达至所有相关方及潜在受影响人群。此外，与地方管理机构及紧急救援部门建立紧密合作框架，

确保预警后的应急操作能够迅速而有效地展开，最大限度降低灾害影响。

三、实施考虑要点

1. 系统的准确性和可靠性

确保AI模型的训练数据全面、多样，以提升识别精度，减少误报与漏报，是技术实施的首要挑战。

2. 环境适应性

需考虑自然环境变化对监测效果的影响，通过算法优化和硬件调整，提高在不同环境条件下的鲁棒性。

3. 维护与持续优化

建立有效的设备维护机制，确保系统长期稳定运行。同时，伴随技术进步，软件的定期升级也是必不可少的。

4. 数据安全与隐私保护

严格遵守数据保护法规，实施加密传输、访问控制等措施，保障个人信息与监测数据的安全。

5. 预警效果

建立监测预警一体化的监测体系，确保监测数据及时传输监测中心，监测发生预警险情后及时在受威胁对象进行警报预警。

结论

综合运用红外摄像机与智能AI识别技术，为切坡建房隐患监测预警提供了一种创新且高效的解决方案。该方法不仅拓宽了监测视野，提升了预警速度与精度，还展现了良好的成本效益比。然而，其成功实施还需跨越技术、法律及社会接受度等方面的障碍。未来研究应聚焦于优化算法模型、增强系统环境适应性及完善数据安全策略，以推动该技术的广泛应用与持续优化。

参考文献

- [1]文武飞, 李雪宇, 赵帅军, 马文翰, 段中满, 李贵仁. 湖南省山丘区居民切坡建房形成地质灾害隐患与防治对策. 国土资源导刊 17(3) 38, 2020.
- [2]杨洋. AI智能视频识别分析技术在智能化掘进的研究与应用[J]. 工矿自动化, 2023, 49(S01): 26-28.
- [3]郑琰. 基于嵌入式AI技术的输变电红外在线监测系统的设计[J]. 集成电路应用, 2023, 40(4): 70-72.
- [4]王少娜, 郭艳苗, 郭泽康, 等. 人工智能辅助的太赫兹成像无标记检测识别方法研究[J]. 测试技术学报, 2024(002): 038.
- [5]李远耀. 三峡库区渐进式库岸滑坡的预测预报研究[D]. 中国地质大学, 2010.

