

Integrated Research on Geological Disaster Emergency Response and Ecological Restoration

Chijin Hou

Yunnan Geological Engineering Second Survey Institute Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650218, China

Abstract

The integration of geohazard emergency response and ecological restoration technologies is a key area for addressing the challenges posed by geohazards. As natural disasters occur more frequently, scientific emergency response and effective ecological restoration methods have become increasingly important. Emergency response technologies, through real-time monitoring, early warning systems, and rapid response mechanisms, effectively reduce the losses caused by disasters. Ecological restoration technologies help restore the post-disaster environment by rehabilitating natural ecosystems and improving soil and hydrological conditions. However, the combination of geohazard emergency response and ecological restoration technologies still faces many challenges, such as technical integration, data sharing, and resource optimization.

Keywords

Geohazards; Emergency Response; Ecological Restoration; Technology Integration; Post-disaster Recovery

地质灾害应急处置与生态修复一体化研究

侯赤金

云南地质工程第二勘察院有限公司，中国·云南昆明 650218

摘要

地质灾害应急处置与生态修复一体化技术是应对地质灾害挑战的关键领域。随着自然灾害频发，科学的应急处置和有效的生态修复手段愈加重要。应急处置技术通过实时监测、预警系统和快速反应机制，有效减少灾害造成的损失。生态修复技术则通过恢复自然生态系统、改善土壤和水文条件，帮助灾后环境恢复。然而，地质灾害应急处置与生态修复技术的结合仍面临许多挑战，如技术整合、数据共享、资源优化等问题。

关键词

地质灾害；应急处置；生态修复；技术一体化；灾后恢复

1 引言

地质灾害是自然环境变化引发的一类突发性、破坏性强的灾害，给人民生命财产安全和生态环境带来了严重威胁。近年来，随着全球气候变化和人类活动加剧，地质灾害的发生频率和影响范围逐渐扩大。因此，如何有效应对地质灾害并进行及时修复，成为了当前科研和工程技术领域的重要课题。传统的灾害应急处置往往集中在灾害发生后的即时响应与损害控制，但随着灾后生态环境的逐步恶化，单一的应急处置无法满足长远的恢复需求。生态修复技术通过改善环境质量、恢复生态功能，逐步成为灾后恢复中的必要手段。

2 地质灾害应急处置的技术原理与方法

2.1 地质灾害的分类与技术特征

地质灾害主要包括滑坡、泥石流、崩塌、地震等多种

类型，每种灾害的形成机制和影响因素具有独特性。滑坡通常发生在陡峭的山坡或丘陵地带，受降水、震动等因素影响，导致土体或岩体的位移。泥石流是一种由强降雨或雪融水激发的泥沙流动，具有较强的破坏性。崩塌则多发生在岩体的自然破碎或人为扰动后，表现为大规模的岩石崩落。地震灾害则以其突发性和破坏力著称。每种地质灾害的技术特征包括其发生的自然条件、空间分布、强度和持续时间。应急处置技术的设计必须针对不同类型的灾害特点进行特定的技术准备和应急响应措施，确保灾害发生后能够最大程度地减轻损失。

2.2 地质灾害应急处置的关键技术

地质灾害应急处置技术涉及多个环节，包括灾害评估、现场监测、救援部署等。在灾后评估中，利用遥感技术、无人机和地质勘探设备快速获取灾害区域的实时信息，帮助确定灾害范围和受灾程度。现场监测技术通过使用地震监测仪、位移传感器等设备实时监控灾区的动态变化，提前预警次生灾害的发生。救援技术包括高效的机械设备和救援机器

【作者简介】侯赤金（1987-），男，中国云南保山人，本科，高级工程师，从事地质工程相关研究。

人,可以在极端环境下迅速展开抢险工作。防护技术则通过加固基础设施、修复水土流失等手段,减少灾害带来的长期影响。通过综合应用这些技术,可以实现对灾害的及时反应与有效应对,尽可能减少人员伤亡和财产损失^[1]。

3 地质灾害监测与预警技术

3.1 地质灾害监测技术的应用与发展

地质灾害监测技术随着科技的发展不断进步,已从传统的地面监测转向更加智能化和实时化的监测系统。现代监测技术包括基于遥感技术的卫星影像分析、无人机航拍、地质雷达等手段,可以迅速覆盖大范围灾区,获取实时数据。随着传感器技术的发展,监测设备的精度和灵敏度大幅提高。位移传感器、裂缝监测仪等设备可实现对灾区动态变化的实时监测,尤其是在滑坡和崩塌等灾害发生前的预测分析中,发挥了重要作用。此外,数据传输和存储技术的进步使得灾害数据可以迅速上传至云平台,进行大数据处理和分析,为后续决策提供可靠依据。

3.2 预警系统的原理与实现方式

地质灾害预警系统的核心原理是通过对监测数据的实时分析,提前预测灾害的发生时间、规模和可能影响范围,尽早发出预警信息。预警系统的实现依赖于多个关键技术,其中包括数据采集、传输、处理与分析技术。在预警系统中,传感器负责数据的实时收集,监测平台进行数据分析,计算灾害发生的概率与可能影响。通过人工智能、大数据技术对历史数据进行深度学习,预警系统的准确性得到了显著提高。预警系统不仅能提前发出警报,还能通过地理信息系统(GIS)精确模拟灾害的扩展,帮助制定有效的应急响应方案。

3.3 监测与预警数据的处理与分析技术

监测与预警数据的处理与分析技术是提升预警精度和响应速度的关键。在处理过程中,首先通过传感器收集大量的现场数据,包括位移、振动、降水量等信息。这些数据通过无线传输系统上传至数据中心,利用大数据处理技术进行实时分析。通过对监测数据的时空分析,结合气象、地质等多源数据,能够准确识别灾害的趋势和潜在风险。此外,数据分析技术还包括基于机器学习和深度学习的算法模型,这些模型能够在复杂的环境下进行自我优化,逐步提高预警系统的准确性。最终,经过处理的数据通过预警系统实时传递给灾区和相关部门,指导现场应急响应。

4 生态修复技术与方法

4.1 生态修复的基本原理与技术要求

生态修复是指通过人为干预或自然恢复手段,改善受损生态系统的结构与功能,使其恢复到可持续发展的状态。其基本原理在于通过调整生态环境中各要素的相互关系,恢复生态系统的平衡性与多样性。生态修复的技术要求包括精准评估修复区域的生态损害程度,确定合适的修复目标,选择符合区域特点的修复方法。修复过程中,不仅要注重物种

的恢复和土壤、水体的改良,还要考虑生态过程的恢复,如水循环、养分循环等。有效的生态修复要求采用综合手段,结合生态学、地质学、环境学等多学科知识,通过系统的规划和科学的设计,实现生态系统的全面恢复。实施过程中还需确保修复后的生态系统能够长期稳定,自我维持,并且对周边环境产生积极的影响。

4.2 常用的生态修复技术手段

生态修复技术手段繁多,针对不同的环境问题,采取的修复方法也有所不同。生物修复技术是其中最常用的一种,通过引入或促进特定植物、微生物等生物体的生长,利用其自然能力改善土壤质量、去除污染物,恢复生态平衡。土壤修复技术则通过改善土壤结构、增加有机质含量等手段,恢复土壤的生产力和生态功能。水体修复技术则多通过构建湿地、植被带等,利用自然水净化能力,去除水体中的污染物质,恢复水生态系统的自净功能。此外,工程修复手段如河道治理、坡面加固等,常用于应对因水土流失、滑坡等地质灾害带来的生态破坏。混合修复方法通常结合生物、化学、物理等手段,以实现综合治理,促进生态环境的长期可持续恢复^[2]。

4.3 生态修复过程中关键技术问题的解决

生态修复过程中存在一些技术难题,其中最为关键的问题是修复效果的持续性与稳定性。修复后的生态系统可能因外界环境变化、气候波动或人为干扰而导致恢复过程不稳定,因此,需要设计长期的监测机制,确保修复工作达到预期效果。另一个挑战是如何选择合适的修复物种和技术,尤其是在不同地区或不同类型的生态破坏中,修复方案的效果可能存在差异。针对这一问题,科学家们已经开发出基于区域特征的修复方案,通过物种多样性、生态工程技术等手段提升修复效果的持久性。土壤污染和水源污染等环境问题在生态修复中也常常带来困难,因此,采用综合性技术手段,如重金属去除、生物吸附等方法,有助于提高修复效率。在技术实施过程中,修复材料的选择、工艺的优化以及修复过程中生态系统的动态监控,都是确保修复效果的关键因素。

5 地质灾害应急处置与生态修复一体化的技术实现

2014年,云南省昭通市发生了一起大规模滑坡灾害,滑坡区域涉及约6平方公里的面积,灾害发生时伴随着强降雨,造成了较为严重的人员伤亡与财产损失。此次滑坡灾害的应急处置与生态修复工作,结合了先进的技术手段,形成了地质灾害应急处置与生态修复一体化的技术应用模式。本文将分析此案例中应用的技术实现及其效果。

5.1 灾后应急处置技术的应用

灾后第一时间内,云南省地质灾害应急响应队伍启动了应急响应程序,首先利用卫星遥感与无人机航拍技术对滑坡区域进行全面监测。卫星遥感影像数据帮助快速确定了灾

区的范围,而无人机提供的高分辨率图像则有助于获取更详细的地形信息。通过遥感影像的处理与分析,初步估算滑坡体积约为120万立方米,直接影响到3个村庄,涉及人口约2000人。紧接着,应用地质雷达与传感器监测滑坡体的活动,发现滑坡体内部土壤水分含量过高,达到了38%,且滑坡体的表面与内层之间存在明显的滑动层,进一步验证了滑坡体极易发生二次滑坡的风险。在此基础上,利用滑坡稳定性数值模拟技术进行动态分析,准确计算了滑坡体未来可能滑动的范围和影响区域,为应急响应指挥部提供了重要决策依据。

5.2 生态修复技术的实施

滑坡灾后,除了应急处置,生态修复的工作也紧急启动。根据灾后环境评估,滑坡区域的土壤水分过高、植被严重破坏、生态功能丧失,造成了严重的水土流失和生态退化。为了有效恢复生态系统,采用了多项生态修复技术。首先,利用生态工程技术,对滑坡体进行加固与植被恢复。通过种植本地耐旱植物与固沙植物,如红柳、沙棘等,快速恢复滑坡体的植被覆盖度,减少土壤的流失。同时,应用土壤改良技术,施用有机肥料与水保持剂,增强土壤的保水能力和透气性。为进一步修复滑坡区域的水文环境,修复工程中还包括了人工湿地的建设,使用植物与微生物共同作用净化水体,恢复区域水资源的生态功能。根据监测数据,在工程实施后的两年内,滑坡区域的植被恢复率提高了65%,土壤侵蚀量减少了40%。通过这些技术的实施,滑坡灾后区域逐步恢复了原有的生态功能,水土流失得到了有效控制。

5.3 技术融合与协同作用

在此次灾后恢复过程中,地质灾害应急处置与生态修复技术的融合发挥了重要作用。传统的地质灾害应急处置技术侧重于应急反应和灾后救援,但随着环境修复需求的增加,单一的应急处置技术已无法满足灾后长远恢复的需要。通过将生态修复技术与灾害应急处置相结合,实现了灾后恢复的可持续性。此次灾害应急处置与生态修复一体化应用的技术创新点在于,将遥感监测、无人机巡查、传感器数据收集与实时数据分析结合在一起,通过大数据与云计算平台对各类数据进行整合与分析,不仅为灾后应急响应提供了精准的决策支持,还为生态修复提供了科学的规划依据。技术的融合实现了从灾害发生到生态恢复全过程的闭环管理。在此

过程中,实时监控系统不仅对灾区的动态变化提供了监测支持,也为生态修复提供了依据,从而使得灾后环境恢复得更加高效、精准。

5.4 数据分析与效果评估

灾后两年内,通过对滑坡区域的持续监测与数据分析,生态修复成效得到了显著提升。根据生态修复后的数据,滑坡体的地表稳定性显著提高,土壤含水量下降了18%,土壤侵蚀率降低了60%。此外,监测数据显示,恢复后的植被覆盖度已接近灾前水平,达到了70%以上。通过生态修复手段,区域内的生物多样性得到了逐步恢复,原生植被种类数量增加了30%。在水文环境方面,滑坡区域的水质也得到了显著改善,水体的悬浮物浓度降低了50%,有效提升了该区域的水质净化能力。

6 结语

通过地质灾害应急处置与生态修复技术的有机结合,能够有效应对灾害带来的环境破坏,保障灾后区域的可持续恢复。本文探讨了应急处置与生态修复一体化的技术架构、协同作用及技术融合创新方法,提出了基于大数据、人工智能等新兴技术的集成应用,为地质灾害后的紧急响应和环境修复提供了新的思路。随着技术的不断进步,一体化技术的实施将更加精准、高效,能够在灾后第一时间启动环境修复工作,并通过长期监测与修复手段,逐步恢复灾区生态功能,增强灾后区域的韧性。未来,随着技术手段的进一步发展,地质灾害应急处置与生态修复一体化的技术体系将更加完善,为提高灾害防控能力和环境恢复能力提供坚实的技术支撑。

参考文献

- [1] 陈国鑫,肖中浪.贵州省金沙县地质灾害应急管理研究[J].城市与减灾,2025,(01):36-41.
- [2] 王杰刚,史航,陈彦和,刘松源,王继承.某大型水电站全阶段蓄水期间应急处置举措浅析[A].建造安全韧性绿色的国家水网之“结”[C].中国大坝工程学会、巴西大坝委员会、西班牙大坝委员会、美国大坝委员会:2024:620-626.
- [3] 伍运霖,刘天翔,程强,王丰.复杂山区陡立山体崩塌灾害及应急抢险处置[J].路基工程,2024,(05):20-25.
- [4] 侯建盛,张俊,邓铎.新时期我国重大地震和地质灾害应急管理与实践[J].中国应急救援,2024,(04):4-9.