

地质工程中地质灾害的减缓与防治策略

吴丽

升升集团有限公司, 宁夏 银川 750001

[摘要]随着气候变化日益加剧与城市化进程的不断推进, 地质灾害的发生频率及破坏性也逐渐加大, 尤其是在地震带和山区等滑坡多发区域。灾害的类型与影响在过去几年中变得更加复杂, 给全球带来了前所未有的挑战。随着遥感技术、地质监测手段及灾害预测模型的不断进步, 灾害的预警能力不断增强。然而, 地质灾害的不可预测性与突发性仍是防治工作中的一大难题。在全球气候变化与人类活动双重作用下, 防治任务的复杂性不断增加。为了有效应对这些挑战, 需要继续推动技术创新, 深化国际合作, 并优化政策支持, 以增强地质灾害防治的整体能力。

[关键词]地质灾害; 减缓策略; 防治理论; 技术创新; 风险管理

DOI: 10.33142/nsr.v1i3.14913

中图分类号: X37

文献标识码: A

Mitigation and Prevention Strategies for Geological Hazards in Geological Engineering

WU Li

Sheng Sheng Group Co., Ltd., Yinchuan, Ningxia, 750001, China

Abstract: With the increasing severity of climate change and the continuous advancement of urbanization, the frequency and destructive nature of geological disasters have gradually increased, especially in landslide prone areas such as earthquake zones and mountainous areas. The types and impacts of disasters have become increasingly complex in the past few years, posing unprecedented challenges to the world. With the continuous advancement of remote sensing technology, geological monitoring methods, and disaster prediction models, the early warning capability of disasters is constantly increasing. However, the unpredictability and suddenness of geological disasters remain a major challenge in prevention and control work. Under the dual effects of global climate change and human activities, the complexity of prevention and control tasks continues to increase. In order to effectively address these challenges, it is necessary to continue promoting technological innovation, deepening international cooperation, and optimizing policy support to enhance the overall capability of geological disaster prevention and control.

Keywords: geological hazards; mitigation strategy; prevention and control theory; technological innovation; risk management

引言

地质灾害是全球面临的一个重大环境问题, 对社会、经济及生态系统造成了深远的影响。随着气候变化加剧与人类活动日益扩展, 地震、滑坡、泥石流等灾害的频率与强度不断上升, 尤其在地震带与山区, 灾害不仅威胁生命与财产安全, 还严重破坏区域的可持续发展与生态平衡。为了减少灾害带来的损失, 科学评估灾害风险, 并采取有效的防治措施, 已经成为亟待解决的关键问题。

1 地质灾害的基本概念与分类

1.1 地质灾害的定义与特点

地质灾害是由自然地质作用或人为活动引发的灾害性地质事件, 这些灾害通常对人类社会及其生存环境造成显著损害。其特征表现为自然因素主导性、成因的多样性以及发生的不可预测性。灾害的自然因素主导性表明其多由地震、降雨或地壳变动等自然现象引发; 成因的多样性则体现在这些灾害的发生往往是多种因素相互作用的结果, 且每种因素的相对重要性在不同地区和不同时间会有所不同; 而不可预测性则使得许多灾害, 尤其是滑坡和地震等, 具有极强的突发性, 造成的破坏往往是瞬间且广泛

的。此外, 地质灾害常常伴随次生灾害的发生, 例如地震引发的滑坡和泥石流, 这些次生灾害会进一步加剧灾害的影响, 增加应急响应与恢复工作的复杂性。

1.2 地质灾害的主要类型

地质灾害的类型多种多样, 按照成因和表现形式的不同, 可以分为地震、滑坡、泥石流、地面沉降、地裂缝与火山喷发等几种主要类型。地震是由地壳内部能量释放引起的剧烈自然现象, 通常对地表结构造成严重损害, 常常伴随次生灾害如火灾和水污染等。滑坡与泥石流的发生通常与特定的地形、降水及土壤结构密切相关, 尤其在暴雨期间, 这些灾害的发生频率较高, 且常造成广泛的基础设施破坏^[1]。地面沉降通常是由于地下资源的过度开采或地下水的过度抽取所引起, 随着时间的推移, 地表的稳定性会逐渐下降, 威胁城市及农村区域的基础设施安全。火山喷发则是由地球内部岩浆活动引起的灾害, 其强烈的爆发不仅对当地生态系统造成毁灭性打击, 还可能影响全球气候。

1.3 地质灾害的危害表现

地质灾害的危害表现主要体现在对人类生命、财产、基础设施以及生态环境的多重破坏上。在人员安全方面,

滑坡、泥石流及地震等灾害常造成严重的伤亡或失踪，尤其是地震所引发的建筑物倒塌和道路毁坏，直接威胁到居民的生命安全。基础设施方面，地质灾害对交通、电力、供水等系统的摧毁，往往导致灾区的正常社会功能和经济活动受到极大干扰。这类灾害也会对生态环境造成深远影响，滑坡与泥石流会破坏土壤和植被，造成生态系统的严重失衡，而地面沉降则可能导致水源受污染或地下水位的变化，进一步影响当地的农业生产与水资源管理^[2]。长期而言，灾后重建所需的巨额资金和修复工作的巨大压力，可能使受灾区域面临持续的经济困难，阻碍其可持续发展。

2 地质灾害的成因与影响因素

2.1 自然因素分析

地质灾害通常由多种自然因素的综合作用引起，涉及地质构造、地形地貌、气候变化及地质物质的物理化学特性等方面。地震的发生与断层的活动密切相关，断层的活跃性及地壳内积累的应力决定了地震的强度与频率。在地形复杂的区域，尤其是坡度较大的山区，强降水常常是滑坡与泥石流的诱因。降水强度的增加直接提升了滑坡和泥石流发生的风险，尤其是在降水与地形因素相互交织的情况下，灾害发生的几率大大增大。地质物质的特性同样对灾害的形成有重要影响。松散的土壤或岩层在水分的作用下，容易失去稳定性，导致灾害的发生。相较于其他类型的岩层，硬度较低的岩层在外力作用下更易发生破裂或位移，进一步加剧灾害的发生。因此，不同地区自然因素的相互作用，共同决定了地质灾害的种类、范围及其影响程度。

2.2 人为因素分析

人为活动对地质灾害的发生具有显著的推动作用，通过改变原有的地质环境，显著提高了灾害发生的概率及其破坏性。矿山开采、基础设施建设、土地开发及植被破坏等活动，通常会对地质环境造成深远影响。地下资源的过度开采可能导致地下水位下降，或破坏土体的稳定性，从而引发地面沉降或塌陷。在城市化进程中，基础设施的建设往往改变了土壤结构与地下水流动系统的原始状态，进一步提升了灾害发生的风险。大规模的植被砍伐削弱了地表的水土保持能力，使得土地更加易受侵蚀，增加了滑坡、泥石流等灾害的发生概率。随着人类活动日益增加，地质环境的稳定性持续下降，灾害的频率与强度不断上升。

3 地质灾害的减缓与防治理论

3.1 地质灾害风险评估

地质灾害的风险评估在防治体系中占据核心地位，旨在通过全面分析灾害发生的概率及其潜在影响，识别出高风险区域，并为针对性的防治措施提供科学依据。在风险评估的过程中，必须考虑多方面的因素，包括地质环境的特征、历史灾害的发生数据以及区域的社会经济条件等。自然环境中的地质构造、土壤类型及地形地貌等因素对灾害发生的风险有着直接的影响，历史灾害数据也为预测未

来的灾害趋势提供了有力支撑。根据过往灾害的频率及其影响，能够合理预见未来可能发生的风险^[3]。近年来，定量分析与数值模拟技术的引入，使得风险评估的准确性得到了显著提升，从而避免了过度依赖主观判断的问题。基于此类科学评估，能够明确划定高危区域，并为各项防治措施的优先级排序提供依据，最终有效降低灾害可能带来的损失。

3.2 地质灾害的监测与预警

地质灾害的监测与预警系统，作为防治工作的关键技术保障，通过实时监测地质变化，能够提前识别潜在的灾害风险，从而为应急响应争取宝贵的时间。现代监测系统依赖于传感器网络与遥感技术的结合，能够精确地采集土壤湿度、地下水位及地震活动等重要数据，这些数据为灾害预测模型提供了基础支持，使得预警的准确性大幅提升。遥感技术，尤其是卫星与无人机技术，在大范围监测中展现了独特优势，对于地形复杂或交通不便地区，遥感技术能够有效弥补传统监测手段的不足。通过综合应用遥感数据与现场传感器提供的信息，可以建立更加精准的灾害预测模型，从而提前发出预警信号，帮助相关部门及时作出应对措施。

3.3 防灾减灾管理理论

防灾减灾管理理论倡导通过系统化的框架进行综合治理，强调不仅依赖技术手段，还需要结合应急管理、社会动员及公众教育等多个方面的力量，形成全方位的防治网络。在防灾减灾的实施过程中，跨部门的协同合作显得尤为重要，只有不同领域的力量紧密配合，才能更有效地应对灾害带来的挑战。在技术层面，工程措施如防护墙、加固建筑物等能够减少灾害的破坏，但仅凭这些措施无法完全应对复杂的地质灾害。应急管理体的完善尤为关键，只有具备高效反应能力的管理体系，才能在灾害发生时迅速调动资源，迅速展开救援行动，减少灾害的影响。通过合理的资源配置与应急响应，不仅能够减轻灾后恢复的难度，还能在灾前进行有效的防范。公众教育与社会参与同样是提升防灾减灾能力的重要途径，通过普及防灾知识，增强社会的防灾意识，公众能够在灾害来临时做出快速反应，避免更多的伤亡与损失。国际间的合作与信息共享也发挥着不可忽视的作用，全球化背景下，各国的合作有助于整合全球资源，在面对跨国灾害时更具应对能力。

4 地质灾害的减缓策略

4.1 工程技术措施

地质灾害的减缓离不开工程技术手段，这些措施通过改进地质体的物理和力学特性，提升其稳定性。具体措施包括坡体支护、边坡加固、排水系统建设与防护屏障设置等。坡体支护能够增强坡面对滑坡的抗力，而加固边坡与设置防护屏障，则有助于防止泥石流的蔓延，保护居民区及重要基础设施。排水系统的建设通过降低地下水位，减

少水压积聚,有效防止滑坡或地裂缝的形成。这些措施能够直接降低灾害的发生概率及其带来的破坏性。现代监测技术的应用,尤其是实时数据采集与反馈,也为工程措施的动态调整提供了科学依据,提高了治理效率与效果。

4.2 环境保护措施

环境保护措施通过增强自然生态系统的稳定性,植被恢复与水土保持技术在其中扮演了关键角色。植树造林不仅能有效抵御地表侵蚀,还能稳定土壤,减少滑坡与泥石流的风险。绿化措施通过增加地表的植被覆盖度,增强了土壤的抗冲刷能力,从而提高了坡面稳定性。水土保持技术如梯田建设与护坡工程,能够改善地形与水文条件,减少水流的侵蚀力,加强土壤结构,进一步降低灾害发生的概率。湿地恢复等生态修复措施同样在调节区域水文、稳定地下水位等方面发挥了重要作用。通过这些环境保护措施,地质灾害的发生得到有效遏制,同时自然生态系统的自我修复能力得以提升。

4.3 社会管理措施

社会管理措施在地质灾害防治中也具有重要作用,尤其是在公众教育、社区参与及土地利用规划方面。通过加强地质灾害的风险教育与防灾知识的普及,可以提高公众的灾害防范意识,进而提升社会整体的抗灾能力。教育与宣传活动的开展,能够增强公众对潜在风险的认知,使他们在灾害发生时能够及时采取有效措施进行自我保护。此外,合理的土地利用规划有助于避免在高风险地区的开发,减少人类活动对地质环境的负面影响。通过科学规划,确保在灾害高发区进行必要的限制,减少人为因素加剧地质灾害的可能性。结合社区参与与地方政府的协作,可以进一步提高灾害防治的效能,使管理措施更加精准与实效。

4.4 应急响应体系建设

完善的应急响应体系对于减少地质灾害的损失、提高救援效率至关重要。应急响应体系包括灾害应急预案的制定、救援队伍的组建与救援物资的储备。在灾害发生时,能够迅速启动应急预案,调动相关资源,组织有效救援工作。通过建立高效的信息传递与决策机制,确保各级部门在灾害发生后能迅速掌握情况并做出准确决策。救援队伍的专业化以及救援物资的充分准备,为快速有效地开展灾后救援工作提供了保障。

5 地质灾害防治中的技术创新与展望

5.1 现代监测技术的应用

现代监测技术,包括无人机遥感、卫星影像及地质雷达,使得灾害监测变得更加高效且精确。无人机遥感通过实时收集地质变化数据,能够迅速覆盖广泛区域,及时发现潜在灾害的风险。卫星影像则提供了长时间跨度内的地表变化监测,使得灾害的预测与评估变得更加准确。地质雷达的应用,尤其在地下结构探测方面,填补了传统方法的空白,提前预警滑坡等潜在危害。

5.2 大数据与人工智能的作用

大数据与人工智能技术在地质灾害防治中的应用,尤其在灾害模式识别与风险预测方面,具有广泛的潜力。通过大数据分析,历史灾害数据得以全面整合,为识别灾害发生规律提供了科学依据。数据分析的精准性不仅提高了灾害预测的准确度,也为灾后应急决策提供了有力支持。人工智能,尤其是机器学习与深度学习的应用,能进一步分析复杂的数据模式,优化灾害预测模型,提升预测的可靠性^[4]。大数据与人工智能的融合,不仅加强了灾害的早期预警功能,也为灾后快速响应与恢复提供了技术保障。

5.3 地质灾害防治的国际合作

全球范围内,地质灾害防治迫切需要加强国际合作,共享先进的技术经验。在跨国合作中,各国能够共同面对灾害挑战,通过技术交流与科研合作,推动灾害防治工作的全球化发展。尤其在跨境灾害防治领域,合作对于应对超越国界的地震与滑坡等灾害具有至关重要的作用。通过共享灾害信息与技术研究成果,国际合作在提高灾害预警的精确度与灾后应急响应能力方面取得了显著进展。联合努力下,不仅提升了全球灾害防控能力,还加速了各国灾后恢复的进程。

5.4 未来发展方向

随着5G技术与物联网的应用,灾害监测的覆盖范围与数据传输速度将大幅提升,为灾害预警提供更为精准的支持。多学科交叉的研究将进一步推动防治技术与理论的创新,地质学、遥感学、气象学等学科的深度融合,必将在灾害预测与防控中发挥重要作用。环保理念的引入,将推动绿色治理技术与生态修复手段在地质灾害防治中的应用,实现可持续发展的目标。未来,地质灾害防治不仅将更加高效智能,同时也将注重生态与环境的保护,以保障人与自然的和谐共生。

6 结语

尽管现代科技在灾害的监测、预警与应急响应等方面取得了诸多成就,但由于灾害本身的不可预测性与复杂性,防治工作依然面临许多困难。全球气候变化及人类活动的双重作用,使得防灾减灾的工作任务日益繁重。大数据与人工智能等新兴技术将帮助提升灾害预测的精度,遥感技术与实时监测的结合也将显著提升防灾能力。与此同时,加强国际间的合作与经验分享,能够为全球灾害防控提供新的视角与解决方案。全球范围内的信息共享与技术合作,将为各国提升灾害应对能力提供有力支持,推动全球可持续发展进程。地质灾害的防治不仅依赖于技术的进步,还要通过更加紧密的国际合作与多学科的联合研究,才能有效应对日益严峻的灾害挑战,实现人与自然的和谐共生。

[参考文献]

[1]夏晨皓.自然灾害背景下地质工程中的斜坡稳定性分析与预防措施[J].中国减灾,2024(12):56-57.

[2] 孙政. 地质工程中地质灾害的减缓与防治策略[C]. 2023 年第七届国际科技创新与教育发展学术会议论文集:(第三卷). 中水东北勘测设计研究有限责任公司,2023.

[3] 周震. 地质灾害隐患和水文地质环境问题的防治方法研究[C]. 中国国际科技促进会:2023 第二届世界前沿科

技大会论文集,2023.

[4] 曾阳益. 阿坝州地质灾害协同防治问题及对策研究[D]. 四川:电子科技大学,2023.

作者简介: 吴丽(1987.6—), 毕业院校: 长安大学, 所学专业: 工程管理, 当前就职单位: 升升集团有限公司, 职称级别: 中级。