

气候变化背景下宁夏地质灾害响应特征与适应性防治策略

梁新富

宁夏回族自治区水文环境地质调查院 宁夏 银川 750000

摘要: 气候变化加剧了宁夏地质灾害的复杂性与防控难度。本文系统分析宁夏滑坡、崩塌、泥石流及地面塌陷等灾害类型与“南多北少、山区密集”的分布特征,揭示极端天气增多、地球系统平衡改变及降水异常对灾害的驱动机制。研究发现,气候变化下宁夏地质灾害呈现频次增加、强度增大、时空分布扩展的响应特征。据此提出构建监测预警体系、优化土地利用、强化风险区防控及提升公众应急能力的适应性防治策略,为区域地质灾害综合防治提供科学参考。

关键词: 气候变化背景;宁夏地质灾害;响应特征;适应性防治策略

引言:近年来,全球气候变化引发的极端气候事件频发,对生态环境与人类社会安全造成巨大威胁。地质灾害作为气候变化的重要响应之一,其发生与发展态势备受关注。宁夏地处我国西北生态脆弱区,独特的地质地貌与气候条件使其地质灾害问题突出。在气候变化持续加剧的形势下,深入研究宁夏地质灾害响应特征与适应性防治策略,不仅有助于明晰气候变化与地质灾害间的内在联系,更对保障当地人民生命财产安全、推动区域可持续发展具有重要的现实意义。

1 宁夏地质灾害类型及分布特征

1.1 主要地质灾害类型

宁夏主要地质灾害类型涵盖滑坡、崩塌、泥石流与地面塌陷。六盘山及周边山区因地势陡峭、岩石破碎,在降雨冲刷下易诱发滑坡与崩塌。泥石流多分布于贺兰山、卫宁平原黄河两侧及卫宁北山、香山、南华山前缘的沟谷地带,沟谷内松散堆积物,暴雨时极易形成泥石流灾害链。而地面塌陷主要分布于宁东能源化工基地等采矿区,煤炭、石膏等资源开采引发地下空洞,致使地表塌陷,威胁周边建筑安全。这些灾害对宁夏的生态环境、基础设施和人民生命财产安全构成严重威胁。

1.2 地质灾害分布特征

宁夏地质灾害隐患点分布呈现明显的集中性特征。宁夏北部贺兰山区域、中卫市沙坡头区、中宁县泥石流隐患点集中分布,受地形和气候影响,该区域松散堆积物丰富,易在降雨引发下形成灾害。宁夏南部山区受海原大地震的影响,固原、海原一带是滑坡崩塌隐患点的集中区,这里黄土层厚、沟壑发育,叠加降水侵蚀,导致隐患点密集。宁东地区因矿产开采,地面塌陷隐患点集中分布,地下空洞的存在使地表安全受胁。此外,各集中分布区的灾害隐患还随人类工程活动增加而加剧,

对当地群众生命财产和区域发展构成持续威胁^[1]。

2 气候变化对宁夏地质灾害的影响机制

2.1 极端天气事件增多

在气候变化的驱动下,宁夏极端天气事件呈现显著增多趋势,成为地质灾害频发的重要诱因。一方面,极端暴雨事件的强度与频次不断上升,短时间内大量雨水快速渗入地下,致使岩土体孔隙水压力骤增,有效应力降低,原本处于临界稳定状态的斜坡岩土体抗剪强度大幅下降,极易触发滑坡、崩塌灾害。另一方面,极端干旱与暴雨交替出现,加剧了岩土体的风化作用。长时间干旱使岩土体干裂破碎,后续暴雨的冲刷、渗透作用进一步破坏其结构稳定性,为泥石流等灾害的发生提供了丰富的松散物质,严重威胁着当地人民的生命财产安全与生态环境稳定。

2.2 地球系统平衡改变

气候变化打破了宁夏地区地球系统原有的动态平衡,从多维度加剧地质灾害风险。在六盘山、贺兰山等高海拔区域,气温升高致使冬季积雪消融加速,雪水浸润黄土与破碎岩层,降低岩土体稳定性。同时,降水模式的改变使得宁夏旱涝不均加剧,南部山区暴雨频次增加,而长期干旱则导致岩土体干裂,中部黄土丘陵区土体抗剪强度下降,崩塌隐患显著上升。此外,宁东能源化工基地等矿区因降水异常引发地下水位波动,加速采空区地面塌陷进程,进一步威胁周边基础设施与生态安全。

2.3 降水区域扩大与异常降雨事件增多

气候变化使得宁夏降水区域呈现扩大趋势,同时异常降雨事件愈发频繁,极大地改变了地质灾害的形成条件。降水区域扩大意味着原本干旱少雨的北部地区也更多地受到雨水作用,这些地区的岩土体长期处于干旱状态,对雨水的侵蚀和软化作用抵抗力较弱,降雨时松散

的沙土和粉质土容易被冲刷、搬运,为泥石流形成提供物质基础,在沟谷地形条件下,更易爆发泥石流灾害。而异常降雨事件,如持续强降雨或暴雨与干旱的急剧转换,使岩土体难以适应水分的剧烈变化。持续强降雨导致地下水位迅速上升,山体承受巨大水压;干旱与暴雨的急剧转换则造成岩土体反复干湿交替,结构破坏严重,显著提升了滑坡、崩塌等地质灾害发生的可能性,给当地防灾减灾工作带来巨大挑战。

3 宁夏地质灾害在气候变化下的响应特征

3.1 频次增加

受气候变化影响,宁夏地质灾害发生频次显著上升。极端天气事件增多直接导致灾害触发因素增加,暴雨、干旱等异常气候条件频繁出现,为地质灾害孕育提供了温床。在六盘山、贺兰山等山区,近年来因短时强降雨引发的滑坡、崩塌事件数量较过去明显增多。此外,降水区域扩大与异常降雨事件频发,使得原本地质灾害相对较少的地区,也因岩土体条件改变而出现灾害。北部干旱区在降水增多后,松散岩土体在雨水冲刷下易形成小型泥石流,地质灾害整体发生频次呈现逐年递增趋势,给当地防灾减灾工作带来巨大压力。

3.2 强度增大

气候变化促使宁夏地质灾害强度不断增大。极端暴雨事件导致大量雨水快速积聚,为地质灾害提供强大动力,使滑坡、泥石流等灾害规模扩大。当贺兰山遭遇极端强降雨时,滑坡体体积可达以往普通滑坡的数倍,裹挟着大量岩土体快速滑动,所到之处房屋、道路等基础设施被严重损毁。在宁夏六盘山地区,降水模式改变致使岩土体含水量大幅波动,降低其稳定性。暴雨引发的滑坡、泥石流灾害中,松散岩土体裹挟大量物质,滑动速度更快、冲击力更强,显著增加灾害破坏力,严重威胁区域安全。造成的人员伤亡和财产损失远超常规灾害^[2]。

3.3 时空分布变化

气候变化使得宁夏地质灾害的时空分布发生明显改变。在时间分布上,传统的地质灾害高发期(如夏季)灾害集中程度进一步加剧,极端天气事件的突发性和不可预测性,导致灾害在非传统高发季节也时有发生,打破了以往的季节性规律。在空间分布上,降水区域扩大促使地质灾害向北部干旱地区蔓延,原本灾害较少的平原边缘地带和沟谷区域,因降雨增多出现泥石流、滑坡等灾害;而在南部山区,由于降水时空分布不均,灾害发生的区域也更为分散,不再局限于特定地段。同时,人类活动与气候变化叠加影响,城市周边、交通沿线等工程建设区域,因地形改造和岩土体扰动,地质灾害发

生概率增加,呈现出灾害分布从山区向人类活动密集区扩展的态势,改变了原有的地质灾害空间格局。

4 宁夏地质灾害适应性防治策略

4.1 加强监测预警体系建设

面对气候变化下宁夏地质灾害频发的态势,加强监测预警体系建设是防灾减灾的关键一环。(1)需构建多源数据融合的监测网络,利用卫星遥感、无人机航测、地面传感器等技术,对山区、沟谷等地质灾害高发区域进行全方位、实时动态监测。在六盘山、贺兰山等重点区域,布设位移传感器、雨量监测仪、地下水水位监测设备,实时采集岩土体位移、降雨量、地下水位变化等数据,实现对地质灾害孕育过程的精细化监测。(2)在宁夏地质灾害防治体系建设中,智能化预警平台发挥关键作用。整合全区地质灾害历史数据、高精度地形地貌测绘成果及气象监测数据,依托大数据挖掘与机器学习算法,构建本地化预警模型,精准识别滑坡、泥石流等灾害风险区域。预警平台实现多源数据实时交互与动态分析,一旦监测数据触发阈值,系统自动通过政务短信、应急广播、社交媒体等多渠道,分级分类向受威胁区域居民、企业及管理部门推送预警信息,形成“监测—分析—预警—响应”闭环,筑牢地质灾害防治防线。(3)加强监测预警人才队伍建设和技术研发。定期组织专业培训,加强对专业监测人员及群测群防员的技术培训,提升其数据采集与分析能力;深化与科研机构合作,研发地质灾害监测预警新技术,将群防群测经验与前沿技术结合,优化监测预警体系,为地质灾害防治筑牢技术根基。

4.2 优化土地利用规划

优化土地利用规划是宁夏地质灾害适应性防治的关键环节,需统筹基本农田建设、梯田改造与项目危险性评估,实现资源保护与灾害防控协同发展。在南部黄土丘陵区及中部干旱带,针对坡度适宜的坡耕地实施梯田化改造,将传统顺坡耕作的基本农田转化为阶梯式地块,通过田埂加固、坡面防护等措施,有效减缓地表径流流速,减少水土流失。梯田建设不仅提升了耕地保水保土能力,降低滑坡、泥石流等灾害隐患,还通过改善土壤墒情促进粮食增产,保障区域粮食安全。针对交通、水利、能源等建设项目,严格落实地质灾害危险性评估制度。在项目规划阶段,结合区域地质灾害分布特征、地形地貌及历史灾害数据,全面评估工程建设可能引发的地质风险,如边坡开挖导致的崩塌隐患、填方工程诱发的地基失稳等。通过科学评估优化项目选址与设计,避让地质灾害高风险区;对无法避让的区域,

制定针对性防护措施,如边坡加固、排水疏导等。例如,宁东能源化工基地在扩建时,通过危险性评估调整厂区布局,规避地面塌陷隐患区,同步实施工程护坡与植被恢复,从源头降低人为活动对地质环境的扰动,提升区域防灾减灾能力。

4.3 强化风险区调查与面控机制防御策略

宁夏地质灾害避险搬迁工程实施年限为24年-26年,期间对有灾害点的区域实行点面双控,对已销号地质灾害隐患点的风险防控需从“单点治理”转向“全域面控”。针对隐患点销号区域,应立即启动风险区更新调查,采用无人机航测、三维激光扫描等先进技术,系统复核搬迁后的地形地貌、岩土体稳定性及水文地质条件变化,重点排查因工程扰动或自然因素引发的新生隐患,确保风险识别不留死角。同时,开展精细化调查,结合历史灾害数据与实时监测信息,划分高、中、低风险等级,绘制动态风险分区图,为精准防控提供科学依据。落实面控机制需构建“空天地人”一体化防御网络。空中依托卫星遥感或者无人机定期巡查,实时捕捉地表形变;地面布设自动化监测设备,对关键区域的位移、地下水位等指标实施24小时监测;辅以群测群防员常态化人工巡查,及时反馈异常情况。例如,对原滑坡隐患点周边区域,通过设置地表位移监测桩、裂缝报警器实现实时预警;对风险较低区域,则采取定期巡查与植被覆盖度评估相结合的方式。此外,建立风险区动态管理台账,将防治责任细化至网格单元,同步完善应急预案与演练机制,确保销号区域地质灾害防治工作持续有效,切实保障群众生命财产安全与区域生态稳定。

4.4 强化公众教育与应急响应

公众的防灾意识和应急能力直接关系到地质灾害防治的实际效果,强化公众教育与应急响应至关重要。在公众教育方面,(1)开展多样化的科普宣传活动。承担地质灾害防治主体责任的政府部门,应利用社区宣传栏、学校课堂、网络媒体等平台,普及地质灾害的成

因、类型、危害及避险自救知识。组织专家深入社区、学校、企业开展讲座和培训,通过案例分析、现场演示等,提高公众对地质灾害的认知水平和防范意识。(2)加强应急演练。制定完善的地质灾害应急预案,定期组织开展应急演练,模拟滑坡、泥石流等灾害场景,让公众熟悉应急避险流程,掌握逃生技能和自救互救方法。通过演练,检验和完善应急预案,提高政府部门、救援队伍和公众的协同应对能力。(3)在应急响应方面,建立健全应急管理体系。明确各部门在地质灾害应急处置中的职责和分工,加强部门间的协调配合。储备充足的应急物资,包括食品、饮用水、药品、救援设备等,确保在灾害发生时能够及时供应。建立专业的应急救援队伍,加强培训和装备建设,提高救援队伍的快速响应和处置能力。同时,加强与周边地区的应急联动,实现资源共享和协同救援,最大限度减少地质灾害造成的人员伤亡和财产损失^[3]。

结束语

在气候变化的持续影响下,宁夏地质灾害面临着更为复杂严峻的形势。其响应特征的变化凸显出灾害防治工作的紧迫性与艰巨性。本文提出的适应性防治策略,从监测预警、规划优化到工程与社会层面协同发力,为应对挑战提供了方向。然而,地质灾害防治是长期系统工程,需持续关注气候变化新动态,不断优化防治策略,加强多方协作,才能切实保障宁夏地区人民生命财产安全与生态环境稳定,实现人与自然的和谐共生。

参考文献

- [1]陈良贤.气候变化对我国地质灾害的影响与防治战略思考[J].城市建设理论研究(电子版),2024(15):194-196.
- [2]佟彬,齐干,张义祥,等.气候变化对我国地质灾害的影响与防治战略思考[J].城市与减灾,2023(05):134-142.
- [3]刘传正,沈伟志,黄帅.中国地质灾害预防应对战略思考[J].灾害学,2022,37(03):124+125.