

# 泥石流地质灾害的监测和预防

潘洁 王燕芬 黄娇 岑海

(六盘水师范学院土木与规划学院, 贵州六盘水 553004)

**摘要:** 泥石流是一种破坏力极强的地质灾害, 并且严重威胁着人类的生命财产安全和生态环境。深入探讨了泥石流地质灾害的形成机制、监测技术以及预防措施, 旨在为有效应对泥石流灾害提供科学依据和实用方法。通过对国内外相关研究的综合分析, 结合实际案例, 阐述了各种监测技术的原理、应用范围和优缺点, 以及预防措施的实施策略和效果评估。同时, 提出了未来泥石流监测和预防的发展方向, 强调了多学科合作和科技创新在泥石流灾害防治中的重要性。

**关键词:** 泥石流; 地质灾害; 监测技术; 预防措施

## 一、引言

泥石流是常见的地质灾害之一, 它的发生往往具有突发性、强破坏性和难以预测性。泥石流地质灾害的监测和预防是保护人民生命财产和保证交通畅通的重要工作。泥石流的形成与多种因素相关, 如人类活动的影响、极端气候的演变等。我国地域辽阔, 地形地貌复杂, 很多边远山区都可能发生泥石流, 给人民的生命财产安全带来巨大威胁。最近几年来, 国内外发生了多次重大泥石流灾害事件, 造成了严重的人员伤亡和巨大的财产损失。因此, 加强泥石流地质灾害的监测和预防, 提高灾害应对能力, 已成为当前地质灾害防治工作的重要任务。贵州地处喀斯特地貌区, 这种地貌的典型特点是地表崎岖、土壤贫瘠, 植被难以生长。缺少植被覆盖的土壤变得稀松, 一旦遇到强降雨, 稀松的土壤会伴随着碎沙石被雨水冲走, 进而引发泥石流。贵州地区降雨频繁, 尤其是强降雨事件, 这为泥石流的发生提供了气候条件。

泥石流地质灾害的监测和预防需要综合运用卫星遥感、地面监测技术、降雨监测系统等多种手段, 并结合房屋选址与规划、沟道管理、生态环境保护、雨季安全提示以及泥石流监测预警等措施, 共同构建一个更加完善的泥石流地质灾害防治体系。

泥石流监测是一个系统性的过程, 涉及多种监测方法和技术的综合应用。通过测量泥石流的流量来评估其规模和破坏力。常用的流量监测方法包括浮标法、压力传感器法和电流法等。这些方法各有优缺点, 如浮标法易受外界干扰, 而压力传感器法则能间接计算流量。通过监测工程结构物的变形情况来判断其稳定性, 主要采用全站仪法、测距法等。这些方法在位移监测中具有较高的精度和相对简单的操作, 但可能涉及较高的设备成本和专业操作要求。利用现场摄像设备或航空航天手段对泥石流的动态过程进行实时监测和记录。这种方法能够提供直观、真实的泥石流运动过程图像, 适用于较大范围的监测, 但可能对设备要求较高, 数据处理较为复杂。GPS 卫星定位技术是一种高精度三维空间位置定位的导航系统, 能够实时获取泥石流等灾害的位置, 并与其他传感器进行实时数据传输。这种技术对于快速响应和准确预警具有重要作用。

## 二、国内外研究现状

保护人民生命财产安全。通过及时准确的监测和有效的预防措施, 可以提前预警泥石流灾害的发生, 为人员疏散和财产转移争取时间, 最大限度地减少灾害损失; 促进山区经济可持续发展。泥石流灾害对山区的基础设施、交通、农业等造成严重破坏, 影响山区经济的发展。加强泥石流灾害防治, 有利于保障山区经济的稳定发展; 维护生态环境平衡。泥石流灾害不仅破坏了自然生态环境, 还可能引发水土流失、山体滑坡等其他地质灾害。加强泥石流灾害防治, 有助于保护生态环境, 维护生态平衡。泥石流灾害的监测和预防在国内外都受到了广泛关注, 并取得了一系列研究成果。

国内研究现状泥石流监测预警技术市场正快速发展, 技术更新换代速度快, 新技术不断涌现。传感器、监测设备等关键装备的市场规模逐年扩大, 为泥石流灾害的实时监测提供了有力支持。泥石流监测预报研究已经取得了一定的成果, 包括泥石流起动机制的研究、泥石流运动状态的分析等。

泥石流灾害防治工程勘查规范不断完善和更新, 基本上覆盖了泥石流的形成机理、地质环境评价、地质灾害评估等内容。泥石流防治工程施工规模逐年扩大, 地质灾害防治工程设备的研发与应用具有巨大市场潜力。国内学者在泥石流风险预警模型及应用研究方面取得了进展, 提出了多种预警方法和模型, 提高了预警的准确性和时效性。根据国家统计局数据, 我国地质灾害防治投资金额逐年增长, 为泥石流灾害的监测和预防提供了坚实的经济基础。

相关部门制定了一系列政策和法规, 加强了对泥石流灾害防治工作的管理和指导。国外研究现状: 欧美等发达国家在泥石流监测预警技术方面具有较高的水平, 采用了多种先进的监测设备和预警系统。国外学者在泥石流监测预警技术研究方面积累了丰富的经验, 提出了多种有效的预警方法和模型。国外在地质灾害风险评估与评价技术方面具有较高的水平, 风险评估软件市场规模逐年扩大, 市场竞争加剧。合理的风险评估方法备受关注, 越来越多的研究成果投入市场应用, 提高了地质灾害防治的科学性和有效性。各国在泥石流灾害防治方面加强了国际合作与交流,

共同分享研究成果和经验教训,推动了全球泥石流灾害防治水平的提高。

### 三、研究内容

目前,全球各个地已经意识到了泥石流的危害十分严重,针对泥石流灾害的发生各个原理和多个面监测预警,各国科研人员都对其进行了研究。许多国家在泥石流易发区建立了完善的监测系统,如美国利用地质和气象等监测数据,及时掌握泥石流动态。监测设备包括雨量监测站、地形监测仪、河流流量监测器等,可实时监测山区的降雨、地形变化、河流流量等信息,并将数据传输到指挥中心。利用遥感与卫星技术:通过卫星遥感、航空遥感等手段,获取大面积的地形、地貌、植被等信息,监测山体的变化和泥石流的形成迹象,可及时发现潜在的泥石流危险区域,提前做好防范措施。安装传感器:在沟谷、山坡等关键部位安装传感器,如位移传感器、压力传感器、含水量传感器等,监测山体的位移、土壤的含水量、孔隙水压力等参数,当这些参数超过阈值时,及时发出警报。在防治方面,工程措施:修建防护堤、拦挡坝,如苏联为保护阿拉木图城,在冰川湖下方设有120米高的大坝;建设排导沟和渡槽,引导泥石流到指定区域;进行护坡和挡土墙工程,防止山体滑坡和泥石流的发生;还会进行河道清淤、修建抗滑桩等工程,减少泥石流的发生和降低其危害程度。生物措施:植树造林,树木根系可加固土壤结构,提高抗侵蚀能力,如在一些曾经遭受过泥石流灾害的地区,人们通过大规模植树造林活动,使当地生态环境得到改善,泥石流发生频率降低;封山育林,禁止在山区进行砍伐、放牧等活动,让森林自然生长和恢复;退耕还林还草,将不适宜耕种的土地恢复为森林或草地,增加植被覆盖。管理措施:加强规划管理,避免在泥石流易发区进行大规模工程建设和人类活动,对于必须建设的项目,进行严格的环境影响评价和地质灾害评估;建立应急救援机制,加强应急救援队伍建设,配备救援设备和物资,如日本针对不同级别的火山喷发制定相应的应急计划,美国组建专业的应急救援队伍,并与多部门建立联动机制。预警与教育措施:制定预警预案,明确预警级别、发布方式、疏散路线、避险场所等内容,如中国、日本等国的一些山区乡镇和村庄制定了详细的预警预案,并定期组织群众演练;加强宣传教育,通过多种媒体向人们宣传泥石流的危害、防治措施和应急避险知识,提高公众的防范意识和自救互救能力。

### 四、泥石流的预防措施

工程预防措施:

1. 拦沙坝:在沟谷中修建拦沙坝,采用加筑钢筋混凝土的模式,增强抵抗山石滑落产生的冲击,将水流从拦沙坝底部水孔有效排出,降低泥石流的流速,容量和规模。

2. 谷坊:在沟谷中修建谷坊,减缓水流流速,并稳定沟床,降低泥石流的冲刷和破坏力,进一步降低沟岸被侵蚀破坏的风险。导流堤:在泥石流沟口处修建导流堤,引导泥石流流向人民生命财产不受威胁的安全区域。排导槽:在泥石流沟中修建排导槽,将泥石流引导至经排查后无隐患的指定排放地点。

3. 削坡减压:对陡峭的山体进行削坡,以降低山体坡度,从源头减轻山体滑落为泥石流提供固体物质的风险。坡面防护:采用植被护坡、砌石护坡、喷锚护坡等方法,对山体坡面进行防护,防止山体滑坡和崩塌。在山区和泥石流易发区进行植树造林,增加植被覆盖度,增强土壤的稳固性,降低水土流失现象。选用适合当地气候和土质状况的树种,实施科规范理的栽种和管护。对山区坡耕地进行退耕还林,退耕还草,修复生态环境,减少水土流失。制定规章制度,加大宣传普及力度,鼓励农民进行退耕还林,退耕还草,并给予一定的政策补助。对受损破坏严重的生态环境进行修复治理,恢复生态系统的自理功能。采取生态修复措施,如植树造林,改良土壤情况、进行水体污染治理等,提高生态环境的自我恢复质量等。在山区和泥石流易发区进行土地利用规划和城市规划时,充分考虑泥石流灾害的影响,避免在危险区域进行建设。制定泥石流灾害防治规划,明确防治目标、任务和措施,为泥石流灾害防治提供指导。建立健全泥石流灾害监测预警体系,加强监测站点的建设和管理,提升监测的准确度和时效性。健全预警信息传播体系,确保预警信息能够迅速传达至相关部门及人员,督促其采取相应预防措施。

### 五、总结和展望

泥石流地质灾害的监测和预防是一项长期而艰巨的任务。需要政府、科研机构、企业和社会公众的共同努力,加强科技创新,完善监测预警体系,综合实施预防措施,提高应急响应与救援能力,为保障民众生命财产安全和推动山区经济可持续发展贡献力量。未来,泥石流地质灾害检测技术将朝着高精度、智能化、多源数据融合方向发展。利用卫星遥感、无人机测绘与地面监测站形成立体监测网络,结合人工智能算法对海量监测数据进行实时分析处理,有望大幅提高泥石流预警的及时性与准确性。预防策略上,工程措施将注重生态友好型设计,使防护工程与周边自然环境更好地融合,同时研发新型高效且低成本的防护材料与结构。生物措施方面,借助基因技术培育更适应恶劣环境且固土能力强的植被品种,加速植被恢复进程。此外,跨学科、跨地区的合作研究将不断深入,各国将共享泥石流防治经验与技术,通过国际合作开展大型防治项目,共同应对全球性的泥石流灾害挑战,最大程度保障人类生命财产安全与生态环境稳定。

### 参考文献:

[1] 刘珍,刘润中,李自强.滇西北自然保护区低频泥石流形成条件及活动特征[J].地质灾害与环境保护,2024,35(04):16-21+30.

基金项目:六盘水师范学院2024年大学生创新创业训练项目(项目编号:2024109770695);六盘水师范学院2024年教育教学研究与改革项目(项目编号:2024-07-13);贵州省教育厅青年科技人才成长项目:崩塌碎屑流冲击挡水建筑物的运动特性和能量耗散形式研究(项目编号:黔教合KY字2022[055]号)

通讯作者:王燕芬(1993年-),女,贵州盘县人,硕士,研究方向:地质灾害防治。