

地质灾害与降雨雨型的关系研究

王晨

河南省自然资源监测和国土整治院

DOI: 10.12238/ems.v5i9.8729

[摘要] 在地质灾害的诱发因素中, 降雨是最为常见的触发条件之一, 而各地质环境的差异使得同一雨型在不同区域引发的灾害类型有所不同, 从而增加了灾害预测的难度。在地质灾害防治体系中, 预测降雨引发的地质灾害需要深入理解不同雨型对地质环境的作用。因此, 本文系统研究降雨雨型与地质灾害的关联, 探讨不同降雨雨型下地质灾害的发生规律, 旨在为相关防灾减灾工作提供理论支持。

[关键词] 地质灾害; 降雨雨型; 关系研究

Research on the Relationship between Geological Hazards and Rainfall Patterns

Wang Chen

Henan Provincial Institute of Natural Resources Monitoring and Land Consolidation

[Abstract] Rainfall is one of the most common triggering factors for geological disasters, and the differences in various geological environments result in different types of disasters caused by the same rainfall pattern in different regions, thereby increasing the difficulty of disaster prediction. In the geological disaster prevention and control system, predicting geological disasters caused by rainfall requires a deep understanding of the effects of different rainfall types on the geological environment. Therefore, this article systematically studies the correlation between rainfall patterns and geological disasters, explores the occurrence patterns of geological disasters under different rainfall patterns, and aims to provide theoretical support for related disaster prevention and reduction work.

[Key words] geological hazards; Rainfall pattern; Relationship research

引言: 地质灾害与降雨密切相关, 不同雨型对地质灾害的诱发机制具有复杂而多样的影响。降雨作为影响地质灾害的关键因素之一, 其雨型的变化直接决定了灾害发生的概率。当前, 随着全球气候变化的加剧, 极端降雨事件频发, 研究降雨雨型与地质灾害之间的关系, 不仅有助于深入理解地质灾害的成因, 也为科学制定防灾减灾策略提供了重要的理论基础。

一、不同降雨雨型诱发地质灾害特征

不同降雨雨型对地质灾害的诱发特征具有显著差异。短时强降雨常常伴随着急剧的降水强度和短暂的持续时间。这种雨型极易引发泥石流、山洪等灾害。由于强降雨带来的猛烈水流具有极强的冲刷力, 地表土层和岩石在短时间内难以承受突如其来的巨大水量, 导致土壤结构迅速瓦解, 进而诱发滑坡、崩塌等地质灾害的发生。短时强降雨通常发生在夏季暴雨期间, 其降雨强度远超地表的排水能力, 使得地表径

流快速汇集, 水流沿着山体坡面形成强大的冲击力, 冲刷土壤和松散岩体。由于这种雨型的突发性强, 预警和防范难度较大, 地质灾害一旦发生, 往往来势迅猛, 危害巨大。相比之下, 持续性降雨的诱发机制则更为复杂。这类雨型降水强度虽然不及短时强降雨, 但其长期的降水过程使得土壤中的水分逐渐积累, 土壤饱和度持续增加。随着雨水不断渗透至地下, 土壤中的孔隙水压力增大, 逐渐削弱了土壤和岩石之间的黏结力。当土壤的抗剪强度被削弱到一定程度时, 极易诱发大范围的滑坡。这种地质灾害往往发生在雨季或梅雨期, 其隐蔽性强, 灾害发生前的预兆并不明显, 一旦土壤结构达到临界点, 灾害发生的破坏范围可能极为广泛。

间歇性降雨在诱发地质灾害的过程中展现出一种特殊的规律性。间歇性降雨指的是降雨过程中存在显著的停歇期, 随后再次降雨。这种雨型的特征在于降雨强度和持续时间的交替变化, 导致土壤结构在反复的干湿循环中遭受累积性破

坏。每次降雨使得土壤含水量增加, 停歇期土壤则部分收缩, 但随后的降雨又使土壤再度饱和, 反复的湿润和干燥过程削弱了土壤的强度, 最终诱发滑坡、崩塌等灾害。这种间歇性降雨往往发生在季风气候地区。降雨过程中的停歇期使得人们容易忽视其潜在的灾害风险。这种雨型对地质灾害的诱发具有累积效应, 一旦达到临界状态, 灾害发生的可能性急剧增加。不同类型的降雨对土体的渗透作用也存在差异。在松散土质地区, 因为地表物质结构松散, 短时强降雨更易引发泥石流和山洪, 无法有效吸收和排水。相比之下, 因为岩体的渗透性较低, 坚硬岩石地区的滑坡多由持续性降雨诱发, 长时间降雨使得裂隙水压力增加, 导致岩石层间的稳定性下降。在石灰岩地区, 间歇性降雨往往导致岩溶塌陷, 因为岩石在反复的溶蚀和干湿循环中变得脆弱, 最终在外力作用下形成塌陷。

二、地质灾害与不同雨型降雨关系研究策略

1. 明确雨型分类标准

研究人员可以根据降雨强度、降雨持续时间以及降雨分布特点, 对雨型进行细致划分。研究人员需利用气象数据, 对降雨过程中的降雨强度进行量化, 明确降雨强度的分类标准。强降雨、中等强度降雨和弱降雨是基本的分类依据, 根据降雨强度的变化, 研究人员可将其进一步细分为暴雨、急降雨和小雨等类型。在定义降雨强度的同时, 还需考虑降雨持续时间, 将降雨过程根据时间长度进行划分, 形成短时降雨、中时降雨和长时降雨的分类体系。为了提高分类的准确性, 研究人员还可采用降雨强度-时间分布图, 将不同降雨过程在时间轴上的强度变化表现出来, 从而更加直观地确定每种降雨类型。降雨分布的均匀性也是雨型分类中的一个关键因素。通过分析降雨的空间分布, 可以将降雨分为均匀降雨和不均匀降雨。研究人员可应用地理信息系统(GIS)对降雨的空间分布进行分析, 明确降雨在不同区域的分布特点。均匀降雨指的是降雨在一定区域内均匀分布, 而不均匀降雨则表现为降雨集中在特定区域, 形成局部强降雨或集中降雨。通过对空间分布数据的分析, 可以进一步明确不同区域的降雨特点, 为雨型分类提供依据。

研究人员还需结合降雨的季节性特征, 进行季节性雨型分类。根据不同季节的气象特点, 降雨类型会发生显著变化。春季和秋季的降雨通常表现为持续时间较长、强度较弱的类型, 而夏季的降雨往往是短时强降雨。通过气象数据分析将一年四季的降雨过程进行分类, 并结合季节性特征, 对雨型进行详细划分, 引入季节性因子, 使得雨型分类更具针对性。在分类过程中, 研究人员还需考虑降雨过程中的中断和间歇现象。降雨中断指的是降雨过程中出现的短暂停歇, 而间歇降雨则是指降雨过程中有明显的停歇期, 之后再次开始降雨。

通过对降雨过程中断和间歇现象的研究, 研究人员可以将连续降雨与间歇性降雨进行区分, 进一步丰富雨型分类的维度, 在实际操作中, 利用降雨时间序列数据, 分析降雨过程中断和间歇的频率和持续时间, 明确分类标准。

为了确保雨型分类的科学性, 研究人员需结合多年的历史气象数据和地质灾害记录, 对降雨分类标准进行验证, 将不同雨型与实际发生的地质灾害进行关联分析, 检验分类标准的有效性, 使用统计学方法, 对分类标准进行回归分析, 确保分类的科学性, 结合实际数据, 调整分类参数, 最终形成一套适用于不同区域、不同地质条件下的雨型分类体系。研究人员还需引入降雨强度-频率-持续时间分析方法(IDF曲线), 通过分析降雨强度与频率及持续时间的关系, 确定不同类型降雨的极端值。通过构建IDF曲线, 将降雨类型与地质灾害的发生概率相结合, 为地质灾害预测提供依据。在应用中, 利用IDF曲线的分析结果, 对雨型分类进行进一步优化, 使其能够更好地适应不同地质条件。在明确雨型分类标准的过程中, 研究人员需始终关注不同降雨类型对地质灾害的潜在影响, 通过系统的分类和分析, 为地质灾害的预测、预警和防范提供坚实的基础。

2. 建立降雨-地质灾害数据库

研究人员应收集历史气象数据和地质灾害记录, 涵盖不同地区的降雨类型以及相应的地质灾害事件。这些数据的收集需要依靠气象部门、地质监测站以及相关科研机构的合作, 将不同来源的数据整合到统一的平台上。通过数据清洗, 剔除错误的信息, 确保数据库中的信息准确无误。研究人员还需将收集到的降雨数据按照雨型分类标准整理, 包括短时强降雨、持续性降雨、间歇性降雨等类型。地质灾害数据则需按灾害类型分类, 如滑坡、泥石流、崩塌等, 并与对应的降雨类型建立关联。研究人员应利用地理信息系统(GIS)技术, 将降雨数据和地质灾害数据在空间上进行精确匹配, 形成可视化的地理数据图层, 直观地观察不同雨型与地质灾害发生的空间关系。在数据存储方面, 研究人员可选择高效的数据库管理系统, 确保数据的快速存取, 采用关系数据库与NoSQL数据库相结合的方式, 既能满足结构化数据的存储需求, 又能灵活处理非结构化数据, 通过建立多维数据模型实现降雨与地质灾害数据的多角度分析, 支持不同维度下的交叉查询。

数据输入过程应利用传感器和远程监控系统, 实现实时降雨数据的自动上传。地质灾害数据则可通过定期更新的方式补充到数据库中。为提高数据的时效性, 系统接口应与气象监测系统、地质监测系统实时数据对接, 确保数据库中的信息始终处于最新状态。在数据分析阶段, 研究人员可应用数据挖掘技术, 深入挖掘降雨类型与地质灾害之间的潜在关联, 通过关联规则分析、决策树等算法, 识别出不同雨

型对各类地质灾害的具体触发条件,使用聚类分析,将相似的降雨事件与地质灾害进行分组,探索其共性特征,并将这些发现记录到数据库中,以便进一步分析。数据库的可视化功能同样不可忽视。通过构建数据仪表盘,将降雨与地质灾害的统计结果、时空分布等信息以直观的图表形式展现。研究人员可以通过交互式界面,自定义查询条件,实时生成各类分析报告,分析不同雨型与地质灾害的关系,结合时间轴视图,展现不同雨型在不同时期与地质灾害的动态关联,便于长期跟踪。数据的质量控制在数据库的构建过程中也至关重要。研究人员应设定数据审核流程,确保每条数据在录入前经过多重校验,引入数据加密技术,保护数据库中的敏感信息,防止未经授权的访问和数据泄露。定期进行系统维护,确保数据库的长期稳定运行。通过多年的数据积累,研究人员能够使降雨-地质灾害数据库成为一个功能强大、应用广泛的研究工具,使其为深入理解不同雨型与地质灾害的关系提供坚实的数据支持。

3. 采用多尺度空间分析方法

为了全面研究地质灾害与降雨雨型之间的关系,研究人员应采用多尺度空间分析方法,从宏观的区域尺度逐步深入到微观的局部尺度,层层递进地剖析两者之间的复杂联系。在区域尺度上,研究人员应对大范围内的降雨数据和地质灾害分布进行空间分析,使用高分辨率遥感影像,获取不同雨型在各区域的降雨强度、空间分布等信息,并将其与区域内发生的地质灾害类型、分布位置进行关联分析。通过空间叠加技术,研究人员可确定各类雨型在不同地质条件下对地质灾害的影响范围,为后续的细致研究奠定基础。研究人员可进一步缩小分析尺度,将重点区域划分为若干子区域,在中尺度上进行更为精细的空间分析,通过对各子区域的地形特征、土壤类型等自然条件的详细描述,将这些因素与降雨特征进行结合,探讨其如何在特定的雨型条件下,触发地质灾害。研究人员还可采用多变量空间分析模型,量化各变量在地质灾害发生中的作用强度,并通过统计方法验证模型的准确性,在此过程中,综合利用数字高程模型(DEM)、地形坡度图等多种空间数据,对降雨的水动力作用与地质灾害的潜在发生位置进行精确定位。

在局部尺度上,研究人员应将研究重点放在具体的地质灾害高发区上,通过布设密集的气象监测站,获取高时间分辨率的降雨数据,利用高精度地理信息系统,对地表水流的流向、流速等进行详细建模,分析不同雨型在局部地形中的水文响应过程,结合现场调查数据,探讨微地形与降雨模式的相互作用机制,明确局部尺度上,特定雨型如何通过改变地表水文条件,引发地质灾害。研究人员还可利用时空序列

分析方法,追踪地质灾害的发生时间与降雨过程的动态关系,揭示局部尺度下降雨的时间分布与地质灾害的触发时序之间的耦合特征。通过多尺度空间分析方法的应用,研究人员在不同尺度间进行跨层次的验证,对比区域尺度与局部尺度的研究结果,识别出不同尺度下,降雨模式对地质灾害的影响差异。

在数据处理上,研究人员还可采用空间插值技术,将局部尺度的高精度数据外推到中尺度和区域尺度,实现不同尺度间的信息共享,采用分层采样与多尺度建模的方式,确保每个尺度下的数据分析既具有独立性,又能相互补充。通过对多尺度分析结果的综合对比,研究人员可提炼出具有普遍适用性的结论,并为进一步的地质灾害预测与预警提供精准的数据支撑。研究人员还可引入时间序列数据,将不同时间节点上的降雨模式与地质灾害发生情况进行动态对比,分析不同尺度下,时间因素对降雨-地质灾害关系的影响。结合地质灾害的演化过程,建立基于时空动态变化的多尺度空间分析模型,模拟不同雨型条件下地质灾害的发生概率。研究人员还可利用多尺度空间分析的结果,制定针对不同区域、不同地质条件的降雨-地质灾害关系图谱,作为今后地质灾害防治的重要依据。通过这一系列的空间分析与数据整合,深入理解不同尺度下,降雨雨型与地质灾害之间的复杂关系,提升地质灾害预测的精度。

结束语

综上所述,地质灾害与降雨雨型之间的关系复杂而多样,深入理解这一关系,不仅有助于科学界更全面地掌握地质灾害的成因,也为防灾减灾策略的制定提供了重要的科学依据。随着气候变化的不断加剧,极端降雨事件的频发使得这一研究领域的重要性日益凸显。因此,研究人员探索降雨雨型与地质灾害的动态关系,将为应对未来更加不可预测的自然灾害奠定坚实的基础,并推动地质灾害防治工作迈向新的高度。

[参考文献]

- [1] 杨帆, 何健保, 陈锡锐. 降雨雨型对滑坡稳定性影响研究 [J]. 甘肃水利水电技术, 2022, 58 (05): 33-38.
- [2] 张勇, 温智, 程英建. 四川巴中市滑坡灾害与降雨雨型关系探讨 [J]. 水文地质工程地质, 2020, 47 (02): 178-182.
- [3] 黄婷英. 地质灾害和降雨雨型间的关系研究 [J]. 江西农业, 2016, (09): 43.
- [4] 刘艳辉, 唐灿, 李铁锋, 温铭生, 连建发. 地质灾害与降雨雨型的关系研究 [J]. 工程地质学报, 2009, 17 (05): 656-661.