

基于 GIS 技术的地质灾害易发性评价与区划

王晨

河南省自然资源监测和国土整治院

DOI:10.12238/ems.v5i9.8731

[摘要] 本文旨在利用地理信息系统 (GIS) 技术对地质灾害易发性进行评价与区划。通过整合地质、气象、地形、土地利用等多种数据, 构建了地质灾害易发性评价模型。本研究首先对地质灾害的关键影响元素进行了分析, 继而运用 GIS 地理信息系统对其进行空间分布解析和数据加工处理。在研究区域内, 采用多因子综合评价模型对不同区域的地质灾害易发性进行了评估, 并根据评估结果进行了区域划分。研究成果揭示, GIS 技术通过高效融合多源数据, 准确地进行灾害发生概率的评估, 从而辅助灾害风险的管理与防治策略的制订, 科学研究成果为地质灾害防治领域赋予了坚实的理论基础和技术保障。

[关键词] GIS 技术; 地质灾害, 易发性评价, 空间分析, 风险管理

Geological hazard susceptibility assessment and zoning based on GIS technology

Wang Chen

Henan Provincial Institute of Natural Resources Monitoring and Land Consolidation

[Abstract] This article aims to use geographic information system (GIS) technology to evaluate and divide the susceptibility of geological hazards. A geological hazard susceptibility evaluation model was constructed by integrating various data such as geology, meteorology, topography, and land use. This study first analyzed the key influencing elements of geological hazards, and then used GIS geographic information system to analyze their spatial distribution and process data. In the study area, a multi factor comprehensive evaluation model was used to assess the susceptibility of geological hazards in different regions, and regional divisions were made based on the evaluation results. The research results reveal that GIS technology accurately evaluates the probability of disaster occurrence by efficiently integrating multi-source data, thereby assisting in the management of disaster risks and the formulation of prevention and control strategies. Scientific research achievements have provided a solid theoretical foundation and technical guarantee for the field of geological disaster prevention and control.

[Key words] GIS technology; Geological hazards, susceptibility assessment, spatial analysis, risk management

引言:

全球气候变化及人类活动导致地质灾害频发, 对社会经济及民众生活构成了严峻挑战, 地震、滑坡、泥石流等自然灾害的发生, 不仅受自然力的作用, 也与人造成的活动因素相关联。地理信息系统 (GIS) 技术, 这项具备卓越数据处理及空间分析功能的现代技术, 正日益成为地质灾害评估领域不可或缺的利器。利用 GIS 技术, 可以实现地质、气象、地形等多源数据的综合集成, 进而对空间分布特征进行深入分析, 并对灾害风险进行量化评估, 从而为科学决策提供强有力的技术支撑。本研究旨在分析运用 GIS 技术对地质灾害发

生概率进行系统性评估与划分, 目的是为地质灾害的管控及防治工作开辟新的研究方向与技术路径。

一、GIS 技术基础与地质灾害易发性评价

利用 GIS 技术, 可以对来源于多个渠道的地理空间数据进行处理, 这些数据涉及地质、气象、地形和土地利用等多个方面, 通过该技术所具备的数据管理、空间分析以及可视化功能, 为地质灾害的风险评估提供坚实的科学基础。利用 GIS 技术, 将各类数据综合集成, 构建起涵盖多层面、多角度的地质灾害评估模型, 涉及的信息涵盖了地质方面的诸如岩石和土壤种类、地层的构成等条件, 气象方面的如降水量、

温度波动等条件,地形方面的如坡度、海平面以上的高度等特征,以及由人类引起的如建筑分布密度、土地的应用方式等活动。

利用GIS技术所具备的空间分析能力,研究者能够对多个影响因子进行权重组合,进而推算各地区易发性的等级划分,并将这一评估结果通过地图形式呈现,从而提供一种直观的视觉呈现效果。本策略不仅具备整合与解析大规模复杂地理信息数据的能力,而且通过视觉化手段,简化了决策者对评估结论的认知与运用过程^[1]。利用GIS技术,显著提升了地质灾害易发性评估的准确性与效率,从而为灾害管理活动提供了全面的数据保障,采用此类技术方法,可以对地质灾害的高风险区域进行更精确的辨识与预测,从而为制定有效的防灾减灾策略提供坚实的数据支持。

二、地质灾害易发性评价模型的构建

(一) 数据收集与预处理

针对地质灾害的防范与研究,涉及多维信息的采集,诸如地质构造、气象条件、地形地貌以及土地利用状况等关键数据的整合,岩土类型、地层结构、断裂带及矿产资源的详尽资料,一般可通过地质勘探、调查报告和图件获取,气象信息,包括降雨量、温度和湿度等气候要素,对于评估如滑坡、泥石流等自然灾害的发生概率具有决定性作用。坡度、海拔以及地形的波动情况等数据,是地表形态研究的基石,可通过遥感技术生成的图像以及数字高程模型来获得。土地利用数据揭示了人类活动如何影响地质灾害风险,这涵盖了城市扩张、道路铺设和农业开垦等方面。

在进行数据预处理的过程中,涉及三方面的关键操作,即数据的清洗、转换以及整合,以确保数据质量并提升其可用性。数据清洗旨在纠正、统一并填补数据集中的记录缺陷,从而提升数据集的完整性与精确度。将数据转换为GIS系统可识别的格式,涉及坐标系统的匹配及数据格式的改变,为了构建一个全面的地质灾害评价数据库,需要将来自多个不同来源的数据进行合并和对应,为实现不同数据层级来源的数据在GIS平台上的有效整合与重叠,必须对数据执行空间对齐、属性匹配及格式标准化处理^[2]。对地形数据执行坡度分析并归类,对气象数据依据降雨量进行等级划分,并对土地利用数据进行编码以区分不同类别。通过这些预处理步骤,地质灾害的空间特性和潜在风险在数据中得到了更好的体现,进而提升了易发性评价的准确性与科学性。在地质灾害易发性评价实践中,运用GIS技术,关键依赖于基础数据的搜集与初步加工处理,数据的品质和可信度,它们不仅对后续的分析 and 决策的效力有直接影响,同时也是确保结果准确可靠的关键因素。

(二) 评价因子选择与权重确定

采用GIS技术对地质灾害易发性进行评估时,关键在于选择适当的评价因子并赋予其恰当的权重,以保障评估结果的精确性与可信度。此流程旨在鉴定对地质灾害成因具有显

著作用的具体因素,并分析这些因素的重要性,以便为风险评估模型的建立奠定科学基础。

在地质灾害的评价过程中,需对各类因素进行全面审视,以便对灾害类型、成因及后果进行深入了解,诸如滑坡、泥石流、崩塌等地球灾害事件,各自受到特定因素的显著影响。为了鉴定地质灾害的关键影响因素及作用机理,通常需采取包括文献分析、专家访谈以及现场勘查在内的多种研究方法,权重分配在评估模型的构造过程中居于关键地位,它决定了评价因子在最终结果中的相对重要性。权重指标体现了在灾害发生过程中各个因素所占的比重,借此可以分析它们在灾害成因中的关键作用,邀请领域专家进行评分、运用层次分析法(AHP)进行结构化分析,以及采用统计分析法进行数据驱动的决策,主观评估各因子的重要性,是通过领域专家进行问卷调查或讨论的专家评分方法所获取的。利用层次分析法构建因子层次结构模型,并通过对比矩阵及一致性检验,实现因子权重的系统化确定,历史灾害数据被用来通过统计分析法则对因子重要性进行量化分析,其中,统计方法如回归分析或因子分析被用于明确各因子的权重。

为了提升模型在实际运用中的有效性,需依据实证数据及模型验证情况对因子权重进行调整。在模型验证阶段,若观察到部分因子作用与预想不符,研究者得以调整参数比重,进而增进评估结果的精确性与可信度。在地质灾害易发性评价过程中,关键在于选择评价因子并设定其权重,这直接决定了评价结果的精确性与学术性。选择恰当的科学指标并赋予它们适当的分量,可以为地质灾害的风险评估工作奠定稳固的数据基础,这进一步为灾害的防治和应急管理工作提供了有力的决策支持。

(三) 模型构建与算法实现

GIS技术支撑下的地质灾害易发性评估,其中模型建立与算法执行居于关键地位,二者的质量直接影响评估结果的精确性与应用价值。本过程涵盖了选取适宜的评价模型、设定模型参数、实现算法以及模型验证等多个环节,目的是借助科学建模手段,有效预测和分析地质灾害的易发性。在构建模型的过程中,涉及对适当评价模型的选取,对地质灾害的发生可能性进行评估时,诸多模型被广泛应用,诸如逻辑回归、神经网络、决策树以及模糊逻辑模型等。逻辑回归模型通过构建因子与灾害发生概率之间的函数联系,实现对灾害风险的预估;模拟人脑功能的神经网络模型,通过借鉴学习机制,实现了对复杂非线性关系的精确建模,从而极大地增强了预测灾害发生的能力;采用决策树模型,借助分层决策规则实现对风险等级的分类处理,清晰展现了各影响因子的作用机制;模糊逻辑模型擅长应对含糊数据和不确定性问题,能够适应实际应用场景中的多重复杂状况。在考虑实际问题本质、数据特性及计算资源限制的综合因素基础上,进行恰当模型的挑选。

为了增强模型的预测效能,必须对其参数进行精细调整,

在逻辑回归模型构建过程中, 关键步骤之一是确立各个因子对应的回归参数; 在构建神经网络模型时, 必须设定和调整多个超参数, 如神经元层的数量、各层节点数目以及学习速率等关键变量; 在构建决策树模型过程中, 关键步骤包括确定树形结构的深浅程度以及判定节点分裂的准则; 在构建模糊逻辑模型时, 必须明确隶属函数的定义与规则库的构建^[3]。为了确保模型在实际运用中能够展现预期的效能, 通常需通过训练过程与交叉验证技术来优化设定值, 这一过程涉及对模型的参数进行细致调整。在算法的实施过程中, GIS 平台以其卓越的数据处理及分析能力, 能够执行繁复的计算以及空间分析任务, 数据处理流程涉及算法的具体部署、数据的预备处理环节、通过训练构建模型、对结果进行深入的剖析以及利用可视化技术呈现数据变化。在数据预处理阶段, 涉及对原始数据执行清洗、标准化以及归一化等操作, 目的在于保证数据的质量; 在模型训练阶段, 通过历史灾害数据对模型进行训练, 并对模型参数进行调整; 在新数据的预测过程中, 经过训练的模型被用来评估各区域灾害发生的可能性; 在阶段性的成果呈现环节, 通过 GIS 平台, 生成直观的易发性图层, 以便于评价结果的清晰展示, 并进一步辅助决策过程的制定。

在确保人工智能模型的准确性方面, 验证过程扮演着关键角色, 将模型预测的性能与灾害实际数据对比分析, 以评价模型的准确性与稳定性。若模型预测与实际灾害发生状况之间出现显著不符, 则必须对模型进行相应的调整与优化处理。在模型验证过程中, 常用的工具包括混淆矩阵、ROC 曲线以及准确率评估等, 运用这些技术手段, 能对模型所存在的偏差进行评估, 进而据此制定出模型优化的方向。在采用 GIS 技术对地质灾害易发性进行评估的过程中, 模型构建与算法的实施是两个核心环节。选用科学的评价模型, 对参数进行优化, 实现高效的算法, 并通过模型验证, 从而提升地质灾害风险预测能力, 为灾害预防和应急处理提供精确数据支持。

三、地质灾害易发性评价与区划

评价和区划地质灾害的易发性, 是地质灾害预防工作中的关键步骤。它的目的是对地质灾害的易发区域进行识别和划分, 从而为制定科学决策提供支持, 选择适当的评价手段, 划分可能的易发区域, 并应用结果, 这一系列步骤在实践中极为关键, 并蕴含显著的社会重要性。

在对某一区域进行危险性评估时, 普遍运用地理信息系统 (GIS) 技术对数据集进行深入的空间分析, 此过程涉及构建数学模型与算法, 以实现对各评价区域风险易发程度的精确量化评价。地质灾害的影响因素, 诸如地形、地质构造、降水、土壤及土地利用等, 需借助 GIS 技术完成数据集集成与空间分析工作。采用历史灾害数据与环境因子, 构建回归模型, 对灾害易发性进行预测, 并将预测结果转化为易发性等

级图层, 评价结果之转化应用于实践, 依赖于区划之关键步骤, 旨在根据易发性评估结果, 对研究区域进行划分, 以便将其归入诸如高风险、中风险或低风险等不同的风险区域类别, 分析易于发生灾害的图层有助于明确不同区域的灾害风险程度, 进而制定匹配的防治策略。在那些被划定为高风险的区域, 对基本设施的完善及对监测预警系统的强化可能是必要的措施。相对而言, 在低风险区域, 为了保障居民的生活质量, 可以考虑放松部分防疫手段, 对资源进行有层次的划分, 能够协助决策个体根据不同情况有的放矢地进行管理。

在针对地质灾害的易发性进行评估与划分的过程中, 所采用数据的品质以及相应的处理方法对最终得到的准确性结果起到了决定性的作用。可靠的评价结果依赖于高质量的数据源和科学的处理技术, 进行数据收集时, 通常融合了遥感图像、实地考察资料以及气象信息等, 此类数据必须经历一系列预处理和校正步骤, 目的是减少误差并增强其准确性^[4]。选择适宜的模型并调整相应参数, 能够显著提高评价结果的精确度及其在实际运用中的价值, 将地质灾害防治作为最终目标, 评价结果的应用在其中扮演了关键角色^[5]。依据易发性区划所得结论, 相关部门得以开展区域规划的优化方案, 制定灾害风险的管理策略, 以及完善应急响应的预案, 评价结果的易发性若被融入城市与区域的规划之中, 便能减少灾害风险, 从而确保人民的生命与财产安全。

总结: 利用 GIS 技术对地质灾害的易发性进行评估和分区, 通过对数据的综合集成与深入分析, 实现了精确实用的分区划分, 并基于科学结果为地质灾害的预防提供了坚实的辅助, 技术迭代与数据积累共同推动了地质灾害评估与管理系统的优化, 从而显著提升了其精确性与效率, 这对降低灾害风险、保护人民生命财产具有重要作用。

[参考文献]

- [1] 王鑫, 王鲜, 郝业, 等. 基于加权信息量法与综合指数法的西安市蒋村街道地质灾害易发性评价对比[J]. 世界地质, 2023, 42(2): 399-408.
- [2] 焦伟之, 张明, 谢鑫鹏, 等. 基于 GIS 与加权信息量模型的城镇地质灾害易发性评价——以大新镇为例[J]. 安全与环境工程, 2022(004): 029.
- [3] 王伟中, 李树兴, 杨成, 等. 基于 GIS 和证据权模型的山阳县地质灾害易发性评价[J]. 新疆地质, 2023, 41(2): 262-269.
- [4] 寸得欣, 令狐昌卫, 马一奇, 等. 基于 GIS 和加权信息量模型的富源县地质灾害易发性评价[J]. 科学技术与工程, 2024(18).
- [5] 王泽鹏. 样本选取对地质灾害易发性评价影响研究[D]. 辽宁工程技术大学, 2023.