

地理信息系统在灾害监测预警中的应用

杨菁

河北省地质矿产勘查开发局第三水文工程地质大队（河北省地热资源开发研究所） 河北 衡水 053000

摘要：本文围绕地理信息系统（GIS）在灾害监测预警中的应用展开研究，阐述GIS核心理论、关键技术及与灾害监测预警的适配性，分析其在地质、气象、水文三类灾害中的具体应用场景，剖析当前应用中数据、技术、应用层面的核心问题，提出针对性优化策略并展望未来。研究表明，GIS凭借空间数据处理、分析及可视化优势，能有效提升灾害监测预警的精准度与效率，为防灾减灾提供重要技术支撑，对降低灾害损失、保障人民生命财产安全意义重大。

关键词：地理信息系统；灾害监测预警；应用

引言：我国自然灾害频发，地质、气象、水文等灾害突发性强、破坏力大，严重威胁人民生命财产安全与社会稳定，构建高效的灾害监测预警体系刻不容缓。地理信息系统（GIS）融合遥感、定位等技术，具备多源数据整合、空间分析、可视化表达等核心能力，已成为灾害监测预警领域的核心技术手段。本文立足灾害防控需求，系统探讨GIS的应用，为相关技术优化与实践推广提供理论参考，助力提升防灾减灾综合能力。

1 相关理论与技术基础

1.1 地理信息系统（GIS）核心理论与技术

（1）GIS核心概念：核心内涵围绕空间数据处理、空间分析、可视化表达三大维度展开。空间数据处理是GIS的基础，涵盖数据采集、清洗、转换与存储，实现对地理空间实体信息的规范化整理；空间分析是核心功能，通过叠加分析、网络分析等方法，挖掘空间数据关联规律；可视化表达则将抽象的空间数据转化为地图、图表等直观形式，为决策提供清晰的空间参考。（2）GIS关键技术：遥感（RS）与GIS融合技术可实现大范围、实时的地理数据获取与分析，弥补单一技术的局限性；GPS定位技术能精准获取灾害区域的空间坐标，为数据采集提供定位支撑；空间数据库技术则实现对海量空间数据的高效管理、查询与调用，保障数据的安全性与可用性。

1.2 灾害监测预警核心理论

（1）灾害监测的核心内涵：以灾害发生、发展的内在规律为基础，明确科学合理的监测指标，涵盖灾害强度、影响范围、发展速度等核心参数；精准界定监测范围，兼顾灾害高发的重点区域与潜在风险区域，实现全方位、无死角监测；规范监测流程，从数据采集、传输、分析到反馈，形成闭环管理，确保监测数据的实时性、准确性和有效性，为灾害预警提供可靠依据。（2）灾害预警的核心逻辑：首先依据灾害的严重程度和发展趋势，科

学划分预警等级，明确不同等级对应的防控要求和应对措施；建立高效、畅通的预警信息传递机制，确保预警信息快速、准确送达相关部门、基层组织和受影响人群；完善预警响应机制，明确各相关主体的职责分工，实现预警信息与防控措施的精准衔接，提升灾害预警的响应效率和防控效果^[1]。

1.3 GIS与灾害监测预警的适配性分析

（1）GIS在灾害监测中的优势：空间可视化能力可清晰呈现灾害分布、扩散趋势，直观反映灾害态势；多源数据整合能力能融合RS、GPS及各类监测数据，实现数据全面汇总；动态分析能力可实时跟踪灾害变化，为监测决策提供及时支撑。（2）GIS与灾害预警的结合点：依托GIS的空间分析和建模功能，可构建科学精准的灾害预警模型，提升预警的准确性和时效性；结合GIS空间定位技术，能实现预警信息的精准推送，针对不同区域、不同人群推送个性化预警内容；通过多源数据整合与分析，开展全面的灾害风险评估，为预警等级划分、防控部署提供科学依据，实现预警与防控的精准衔接。

2 地理信息系统在灾害监测预警中的具体应用

2.1 GIS在地质灾害监测预警中的应用

（1）监测数据整合：GIS技术为地形、地质、降水等多源监测数据的规范化管理提供了高效解决方案。通过GIS数据接口，可将全站仪采集的地形高程数据、地质勘察获取的地层岩性与地质构造数据、气象部门实时推送的降水数据，以及历史地质灾害记录等进行统一格式转换与清洗，剔除异常数据、补充缺失信息，完成多源数据的关联匹配，建立一体化地质灾害监测数据库。同时，利用GIS的数据编辑与更新功能，实现数据的实时维护，确保数据的完整性、时效性和准确性，为后续风险评估、预警分析等工作筑牢数据基础^[2]。（2）风险评估与预警：依托GIS强大的空间分析功能，可高效完成滑坡、泥石流等

地质灾害的风险分区及预警阈值确定。通过叠加分析技术,将地形坡度、坡向、地质岩性、降水强度、植被覆盖度等影响因素进行空间叠加,结合历史灾害数据,采用层次分析法量化各因素权重,划分高、中、低三个风险等级区域,明确不同区域的防控重点与防控措施。同时,利用GIS空间建模功能,结合实时监测数据,构建灾害预警模型,设定不同灾害类型的预警阈值,当监测指标达到或超出阈值时,系统自动触发预警提示,为防控决策提供科学、及时的支撑。(3)案例分析:某山区地处地质灾害高发区域,当地依托GIS技术构建地质灾害监测预警系统,整合区域内130余个监测点位的地形、地质、降水等多源数据,实现数据的实时汇聚、整理与可视化展示。通过GIS空间分析完成区域内滑坡、泥石流风险分区,针对高风险区域增设监测设备、加密监测频次,系统可根据实时降水数据、地形变化数据自动计算预警等级,并通过多渠道推送预警信息。该系统应用以来,区域地质灾害预警响应时间缩短45%,成功规避4起中小型滑坡灾害,有效减少了人员伤亡和财产损失,充分验证了GIS在地质灾害监测预警中的实用性和可靠性。

2.2 GIS在气象灾害监测预警中的应用

(1)气象数据可视化:GIS技术可将暴雨、台风、暴雪等气象灾害数据转化为直观的空间信息,实现精准呈现与动态更新。通过对接气象卫星、地面监测站、雷达等设备的实时数据,将降水强度、风速、气压、温度等核心气象指标转化为GIS可视化图层,在地图上清晰标注灾害的空间分布、强度等级及移动趋势。同时,系统支持每10-15分钟更新一次气象数据图层,让工作人员能够动态跟踪气象灾害的发展态势,及时捕捉灾害隐患,为预警工作争取时间。(2)预警范围划定:基于GIS的空间模拟与分析功能,可精准完成气象灾害影响范围模拟及预警区域划分。结合气象部门的预报数据,利用GIS空间插值、叠加分析等技术,模拟暴雨、台风等灾害的影响范围、持续时间、影响程度,根据灾害等级标准,划分红色、橙色、黄色、蓝色四个预警区域,明确各区域的预警级别、防控要求及影响人群。通过GIS地图精准标注预警区域边界,为相关部门开展防控部署、群众转移安置提供清晰、直观的空间指引^[3]。(3)应急联动支持:GIS在气象灾害应急处置中发挥着重要的联动支撑作用,重点应用于应急资源调度和疏散路线规划。通过GIS地图整合区域内应急避难场所、救援队伍、物资储备点、医疗站点等应急资源信息,建立完善的应急资源数据库,当气象灾害发生时,可通过GIS空间分析快速查询距离灾害区域最近的应急资源,优化资源调度路线,提高应急救

援效率。同时,结合地形、交通路况、灾害分布等数据,规划科学合理的人员疏散路线,避开危险区域和拥堵路段,确保群众安全、有序转移。

2.3 GIS在水文灾害监测预警中的应用

(1)水文数据实时监测:利用GIS技术可实现河流水位、流量、含沙量等水文数据的实时采集、传输与分析。通过在河流沿线、水库、堤防等关键点布设水位、流量监测传感器,将实时监测数据通过无线传输方式接入GIS系统,系统自动对数据进行整理、校验与分析,生成水位变化曲线、流量动态趋势图等可视化成果,直观反映水文参数的变化情况。当监测数据出现异常波动,接近安全阈值时,系统自动发出提醒,便于工作人员及时掌握水文灾害隐患,采取防控措施。(2)洪水淹没模拟:基于GIS空间建模技术,可精准开展洪水演进模拟及淹没范围预测。结合河流流域的地形高程数据、水文监测数据、堤防工程数据等,构建洪水演进模型,模拟不同洪水流量、不同险情下的洪水蔓延过程,精准预测洪水淹没范围、淹没深度、持续时间及影响区域。通过GIS地图可视化展示淹没区域,明确受影响的村庄、农田、基础设施等,为防洪调度、工程抢险、群众转移安置提供科学、精准的决策依据^[4]。(3)预警信息发布:依托GIS与移动终端的深度结合,可实现水文灾害预警信息的精准推送、直达群众。通过GIS定位技术,精准锁定受水文灾害影响的区域及人群,结合移动通讯技术,将预警等级、避险提示、转移路线等信息,精准推送到受影响群众的手机终端,确保预警信息不遗漏、不延误。同时,在GIS地图上标注预警信息发布范围、已接收人数等,方便相关部门跟踪预警信息传达情况,保障预警响应措施落地见效。

3 地理信息系统在灾害监测预警应用中的问题与优化策略

3.1 当前GIS应用存在的主要问题

(1)数据层面:多源数据兼容性差、数据更新不及时、数据精度不足是核心痛点。不同部门采集的地形、气象、水文等数据格式不统一,缺乏统一标准,导致GIS系统难以高效整合多源数据,出现数据冗余、冲突等问题;部分区域监测设备老化、数据传输滞后,使得数据更新不及时,无法反映灾害实时动态;此外,偏远区域监测点位覆盖率低,部分采集设备精度有限,导致数据误差较大,影响预警决策的科学性。(2)技术层面:GIS与其他技术融合不深入、预警模型精度有待提升。目前GIS多与RS、GPS浅层结合,与人工智能、大数据等新兴技术融合不足,难以实现数据的智能分析与精准预判;

现有预警模型多基于传统算法,对复杂灾害(如复合型灾害)的适配性较差,无法充分挖掘多源数据的关联规律,导致预警精度不足,易出现误报、漏报情况。(3)应用层面:基层应用普及率低、操作人员技术水平不足、应急联动机制不完善。基层灾害防控部门受资金、技术限制,GIS设备配备不足,系统应用普及率较低;部分基层操作人员缺乏专业的GIS操作技能,无法充分发挥系统的监测预警功能;同时,GIS系统与应急、气象、地质等部门的联动机制不健全,数据共享不顺畅,预警信息传递与应急处置衔接不畅,影响防控效率。

3.2 GIS在灾害监测预警中的优化策略

(1)数据优化:以标准化、实时化、精准化为目标,建立统一的数据标准,明确不同类型数据的格式、采集规范,实现多源数据互联互通;完善数据更新机制,升级监测设备,搭建高效的数据传输网络,确保监测数据实时更新;增加偏远区域监测点位,选用高精度采集设备,加强数据校验,提升数据采集精度,为预警分析提供可靠数据支撑。(2)技术优化:加强GIS与AI、大数据技术的深度融合,利用大数据技术挖掘多源数据关联规律,借助AI算法实现灾害的智能预判与动态跟踪;优化预警模型算法,结合不同灾害类型的特点,构建针对性强的预警模型,提升模型对复杂灾害的适配性和预警精度,减少误报、漏报现象。(3)应用优化:加大基层GIS应用推广力度,加大资金投入,为基层配备必要的GIS设备和系统,扩大应用覆盖范围;开展分层分类技术培训,针对基层操作人员开展基础操作、数据处理等专项培训,提升其专业技术水平;完善应急联动体系,建立跨部门数据共享机制,实现GIS系统与应急处置、群众转移等环节的无缝衔接,提升灾害防控协同效率^[5]。

3.3 技术应用前景展望

(1)GIS在新型灾害监测预警中的应用拓展:随着极端天气、复合型灾害频发,GIS将进一步拓展应用场景,依托多源数据整合与空间分析优势,实现对极端暴雨、高温干旱、复合型地质气象灾害等的精准监测预警,同时延伸至灾害隐患排查、灾后评估等环节,构建全流程灾害防控支撑体系。(2)智慧化GIS灾害监测预警系统的发展趋势:未来GIS将向智慧化、智能化方向发展,结合5G、物联网等技术,实现监测数据的实时采集、智能分析与快速推送;构建一体化智慧预警平台,整合监测、预警、应急处置等功能,实现灾害防控的智能化决策、精准化部署,为灾害监测预警提供更高效、更全面的技术支撑。

结束语

综上所述,地理信息系统在灾害监测预警中发挥着不可替代的作用,其在各类灾害中的应用已取得显著成效,有效弥补了传统监测预警方式的不足。尽管当前应用仍存在数据不规范、技术融合不深入、基层普及率低等问题,但通过多层面优化完善,加之与新兴技术深度融合,GIS必将向智慧化发展,进一步拓展应用场景、提升服务效能,为构建全流程灾害防控体系筑牢技术保障。

参考文献

- [1]王强.能源管理系统中的节能技术研究与实践[J].电力系统自动化,2024,48(2):73-78.
- [2]李娜.地理信息系统在城市洪涝管理中的应用研究[J].地理信息科学,2023,45(3):58-64.
- [3]陈华.基于GIS的地震灾害风险评估与应急响应研究[J].自然灾害学报,2022,39(4):102-109.
- [4]张旭.地理信息系统在国土空间规划中的应用分析[J].智能建筑与智慧城市,2025,22(3):41-43.
- [5]张江丽.GIS在县级国土空间总体规划编制中的应用研究[J].经济师,2024,34(9):26-28.