

列复杂问题的单方面技术解决方案,而三维地理信息模型构建是一系列复杂问题的整体解决方案,在构建过程中,涉及数据采集、数据预处理、三维模型展示与渲染等各个环节都应与数据轻量化有机结合。整个数据处理流程的技术路线应该从数据采集源头进行优化,选择合理的采集模式,减少数据量,运用适度的数据筛选与预处理将无关数据或冗余数据去除。在数据处理阶段,根据不同数据的实际需求选择不同的压缩与降维方案,减小数据量、尽可能实现不减少或少减少数据精度。在模型生成阶段,选择适当算法和渲染技术,对模型进行计算和渲染,进一步提高效率,降低硬件负担^[5]。在展示与应用阶段,轻量化后的数据不仅需要满足高效加载与传输的需求,还能在各平台之间实现兼容。整个数据处理流程的技术路线贯穿在整个处理过程中,不同处理环节的优化,需要多条技术路线相互配合,不能仅仅依靠单一技术。

4.4 数据轻量化的处理策略实施步骤

在3DGIM的构造中数据轻量化处理策略落实的流程,既要保持严谨的逻辑关系,也应有完整有序的操作步骤,以便各个技术能够有效协同作战。该流程的落实起始阶段是从数据的采集开始的,制定采集期间的数据需求与约束,不采集无用的数据,防止过度采集数据的情况。从数据预处理阶段开始,是对原始数据的质量检查,剔除原始数据中存在的噪声与没有用的数据,以确保在数据后继处理中的高效性以及准确性。数据格式的统一化以及标准是数据预处理过程中的数据轻量化策略,统一数据的格式后,其压缩化处理和降维化处理才能够更加准确与高效。接着进入到核心处理过程之中,即数据的压缩化和降维化,选取合适的数据压缩与降维的方式,并根据实际数据有选择地进行降维化处理^[6]。此外,在数据轻量化处理中也要注意保质保量的问题,不能使

保质而质量丢失,或保量而导致量过少。在完成数据轻量化处理的过程中,还要对数据的系统集成与优化,以使数据轻量化处理后的数据能够在应用和平台之间兼容使用,与此同时还要根据使用场所对数据做针对性调整。

5 结语

随着三维地理信息技术的不断成熟和应用领域的扩展,数据轻量化已不再是一个简单的技术问题,而是贯穿整个行业发展的核心需求。从数据存储、传输效率到应用精度,如何在各方面找到平衡点,是未来研究的关键。本文提出的技术方案,为当前三维地理信息模型构建中的数据轻量化问题提供了有力的支撑。然而,随着技术的不断发展,新的挑战 and 机遇也在不断涌现,我们需要继续深化对这些问题的理解,探索更为灵活、全面的技术手段,以应对未来更为复杂的地理信息处理需求。

参考文献

- [1] 李明.三维地理信息系统中数据处理与优化技术研究[J].地理空间信息,2020,18(04):134-138.
- [2] 张华,王强.大规模三维地理信息模型的轻量化处理方法及应用[J].数字技术与应用,2019,37(05):98-102.
- [3] 刘婷,杨波.三维地理信息模型数据轻量化处理技术研究进展[J].地理信息科学,2021,19(02):72-76.
- [4] 王博.基于压缩算法的三维地理信息模型数据优化研究[J].计算机科学与探索,2022,16(08):58-62.
- [5] 陈磊,张蕾.三维地理信息数据降维技术的应用与研究[J].科技创新与应用,2020,20(01):112-115.
- [6] 李晓东,王凯.三维地理信息模型中的轻量化处理与优化策略[J].电子技术应用,2021,47(06):25-28.

Construction and Application of Urban Waterlogging Risk Assessment Model Based on GIS

Ye Deng

Jiangxi Provincial Bureau of Geology, Third Geological Brigade, Nuclear and Geological Survey Institute, China Jiujiang 332000

Abstract

Urban waterlogging refers to the phenomenon of water accumulation caused by the inability of urban drainage systems to effectively cope with heavy rainfall, which has become an important issue affecting the urban environment and the quality of life of residents. The occurrence of urban flooding not only affects transportation and damages urban infrastructure, but in severe cases, it may also threaten the lives and property of residents. With the acceleration of urbanization and the impact of climate change, the problem of urban waterlogging is becoming increasingly severe. Therefore, establishing a scientific and effective urban waterlogging risk assessment model is of great significance for enhancing the emergency response capacity and disaster prevention and mitigation capacity of the urban drainage system. Based on Geographic Information System (GIS) technology, this paper constructs a risk assessment model for urban waterlogging. By combining multi-source data such as urban precipitation data, topographic data and land use data, and applying the GIS spatial analysis method, the risk of urban waterlogging is quantitatively analyzed.

Keywords

Urban waterlogging GIS; Risk assessment model Precipitation Drainage system Spatial analysis

基于 GIS 的城市内涝风险评估模型构建与应用

邓也

江西省地质局第三地质大队核地测绘院, 中国·江西九江 332000

摘要

城市内涝是指由于城市排水系统无法有效应对强降雨导致的水积聚现象, 已经成为影响城市环境与居民生活质量的重要问题。内涝的发生不仅影响交通运输, 破坏城市基础设施, 严重时还可能威胁到居民的生命财产安全。随着城市化进程的加速和气候变化的影响, 城市内涝问题日益加剧。因此, 建立科学有效的城市内涝风险评估模型对于提升城市排水系统的应急能力和防灾减灾能力具有重要意义。本文基于地理信息系统(GIS)技术, 构建了一种城市内涝风险评估模型。通过结合城市降水数据、地形数据、土地利用数据等多源数据, 运用GIS空间分析方法, 对城市内涝风险进行定量分析。

关键词

城市内涝; GIS; 风险评估模型; 降水; 排水系统; 空间分析

1 引言

随着全球气候变化的加剧, 极端天气事件的频发, 特别是强降水事件, 已经对全球范围内的城市产生了深远的影响。城市内涝作为一种典型的灾害, 已逐渐成为影响城市居民日常生活、城市运行以及环境质量的重要因素之一。近年来, 许多大中型城市在暴雨和强降水期间发生严重的内涝现象, 导致交通瘫痪、建筑物淹水、农田水淹等一系列灾害, 给城市经济和社会发展带来了巨大压力。

城市内涝的发生通常与城市的地理特征、气候条件、城市排水系统、土地利用方式等因素密切相关。不同的城市

具有不同的降水模式、地形条件和排水设施, 这使得内涝的发生与影响具有高度的空间异质性。因此, 如何准确评估城市内涝的风险, 并基于评估结果制定相应的防涝措施, 成为当前城市管理中的一项重要任务。

地理信息系统(GIS)技术作为一种空间数据管理与分析工具, 已被广泛应用于城市规划、环境管理、灾害评估等领域。GIS能够集成多源空间数据, 进行空间分析与建模, 是进行内涝风险评估的有力工具。通过结合降水数据、地形数据、土地利用数据、排水系统数据等, 利用GIS进行内涝风险的空间分析, 不仅可以帮助识别内涝的高风险区域, 还能够为城市排水系统的规划与优化提供科学依据。

【作者简介】邓也(1996-), 女, 中国湖南邵阳人, 本科, 助理工程师, 从事测绘地理信息研究。

2 城市内涝的成因与影响因素分析

2.1 城市内涝的成因

城市内涝作为城市化进程中的典型“城市病”，本质上是极端降水与城市排水系统失衡的产物，其形成机制受气候、城市建设、基础设施及地形等多重因素交织影响。全球气候变暖背景下，极端强降水事件愈发频繁，暴雨天气带来的瞬时大流量径流远超城市排水系统设计负荷，成为内涝的直接诱因。与此同时，快速城市化进程加剧了内涝风险，大规模的水泥硬化路面替代自然土壤，阻断雨水下渗路径，而绿地、湿地等生态空间的缩减，进一步削弱了城市对雨水的自然调蓄能力，迫使降水集中依赖排水管网，显著增加系统压力。

城市排水设施的历史欠账也为内涝埋下隐患。早期排水系统规划未充分预估城市规模扩张与极端气候趋势，管网管径不足、排水标准偏低等问题普遍存在，老旧设施更因年久失修、淤塞破损，难以应对高强度降水。此外，城市地形差异进一步放大内涝风险：低洼区域天然成为积水汇聚点，而地形坡度平缓或受河流、湖泊水位顶托影响的区域，排水效率显著降低，雨水难以快速外排，最终导致内涝灾害频发。这些因素相互叠加，使城市内涝成为威胁居民生活、经济运行和生态安全的重要隐患。

2.2 城市内涝的影响因素

城市内涝的形成是降水量、地形地貌、土地利用方式与排水系统设计等多因素共同作用的结果。强降水作为内涝发生的直接诱因，其短时间内产生的大量积水远超排水系统承载能力，直接接触内涝风险，因而降水量变化成为评估内涝可能性的关键指标。地形地貌则从空间上决定内涝的分布特征，城市低洼地带因地势较低，天然成为积水汇聚区，而高坡区域凭借地形优势，积水不易滞留，受灾风险相对较低。土地利用方式的改变深刻影响雨水的渗透与排放，密集建筑与硬化路面阻断雨水下渗通道，迫使降水集中依赖管网排放，加剧排水系统负荷；相比之下，绿地、水体等自然景观犹如天然海绵，能够有效调蓄雨水，缓解排水压力。

3 GIS 在城市内涝风险评估中的应用

3.1 GIS 技术概述

地理信息系统（GIS）凭借强大的空间数据处理与分析能力，成为城市内涝风险评估的核心技术支撑。在实际应用中，GIS 能够将降水监测数据、高精度地形数据、土地利用现状数据以及排水管网布局数据等多元信息进行高效集成，统一存储于结构化数据库中，打破数据壁垒，构建起全面、动态的内涝风险评估数据基础。基于这些数据，GIS 的空间分析功能通过叠加分析、缓冲区分析、网络分析等方法，深度挖掘地形坡度、硬化面积占比、管网排水能力等因素与内涝风险的关联，精准识别城市低洼易涝区、排水瓶颈点等高风险区域，为防涝规划、应急资源调配提供量化依据。此外，

GIS 的可视化技术将复杂的评估结果转化为直观的专题地图，通过不同颜色、符号标注风险等级，使决策者能够快速掌握内涝风险空间分布特征，进而针对性地制定管网扩容、生态调蓄设施建设等防控策略，显著提升城市内涝防治的科学性与效率。

3.2 GIS 在内涝风险评估中的应用

地理信息系统（GIS）在城市内涝风险管理中构建了全链条技术应用体系。通过整合降水强度、地形高程、土地利用类型及排水管网数据，GIS 利用空间叠加分析与模型运算，精准识别地势低洼、硬化率高且管网排水能力不足的内涝高风险区域，以可视化地图直观呈现风险分布特征。基于多因子量化评估，系统对各区域内涝风险指数进行分级，清晰区分高、中、低风险等级，为管理部门动态监测风险演变、制定长期治理规划提供数据支撑。

在防控策略制定层面，GIS 分析结果直接转化为针对性措施：对高风险片区优先实施管网扩容或智能化改造，提升排水效率；在易涝低洼区域布局雨水调蓄池与泵站，增强应急排涝能力；结合海绵城市理念，通过透水铺装、生态湿地等设施增强地表雨水吸纳能力。此外，GIS 还可模拟不同暴雨情境下的积水扩散路径，辅助优化应急疏散方案和物资储备布局，实现从风险预警到应急处置的全流程智能化管理，显著提升城市内涝防治的科学性、精准性与动态响应能力。

3.3 模型构建与应用

基于 GIS 的城市内涝风险评估模型构建需历经多环节技术流程。首先需系统收集降水数据、地形高程、土地利用类型及排水管网布局等多源数据，并通过格式转换、缺失值填充、坐标统一等预处理步骤实现数据标准化，为建模奠定基础。继而依托 GIS 空间分析功能，综合运用加权分析、层次分析法（AHP）或模糊数学等方法，构建多因子耦合的风险评估模型，通过量化各影响因子（如降水强度、地形坡度、硬化率、管网排水能力等）的权重，实现内涝风险的空间分异评估。最后通过叠加历史内涝事件点位数据，采用混淆矩阵、Kappa 系数等方法对模型输出结果进行精度验证，修正参数以提升评估结果的准确性与可靠性，确保模型能科学揭示城市内涝风险的空间分布规律。

4 城市内涝风险评估模型的应用与实例分析

4.1 案例背景与数据收集

本研究以温带季风气候区某暴雨频发城市为案例，验证基于 GIS 的城市内涝风险评估模型有效性。该城市因排水系统滞后与极端天气叠加，内涝灾害频发，为模型构建提供典型场景。研究整合五类关键数据：通过十年内涝历史数据定位时空分布，揭示灾害周期性规律；利用多年降水数据（尤其极端事件）分析雨涝关联性；借助高精度 DEM 数据解析地形对积水的阻滞与扩散作用；通过土地利用数据量化