

# 基于GIS的城市内涝风险预警监测平台实现研究

周吉金 江惠霞 王晓辉  
浙江省测绘科学技术研究院  
DOI:10.12238/gmsm.v3i5.859

**[摘要]** 近年来,随着城市化进程的加快和气候的不断变化,叠加台风、强降雨等气象灾害的影响,导致城市内涝灾害频繁发生,严重威胁城市人的生命财产安全。本文以浙江省为研究区域,对全省城市内涝灾害形成因子进行分析,利用DEM、影像、人口等数据结合地理信息技术分析计算全省城市内涝风险点并进行风险分级,研究全省建成区范围的城市内涝风险预警监测模型,实现省市县多级联动的城市内涝预警监测机制,建立完整覆盖灾前、灾中和灾后监测预警指挥的城市内涝防控平台。结果表明,该模型和平台能实现浙江省域范围的城市内涝监测和预警,为防治城市内涝提供了数据和技术上的支持。

**[关键词]** 城市内涝; 预警监测; 地理信息

**中图分类号:** TU 992.4 **文献标识码:** A

## Research on the Realization of Urban Waterlogging Risk Warning and Monitoring Platform Based on GIS

Jijin Zhou Huixia Jiang Xiaohui Wang

Zhejiang Academy of Surveying and Mapping Science and Technology

**[Abstract]** In recent years, with the acceleration of urbanization and continuous changes in climate, the impact of typhoons, heavy rainfall and other meteorological disasters has caused frequent occurrence of urban waterlogging disasters, which seriously threatened the safety of urban life and property. Taking Zhejiang Province as the research area, this paper analyzes the formation factors of urban waterlogging disasters in the province, using DEM, image, population and other data combined with geographic information technology to analyze and calculate the risk points of urban waterlogging in the province and carry out risk classification, and study the scope of built-up areas in the province. The city's waterlogging risk early warning monitoring model realizes the multi-level urban waterlogging early warning monitoring mechanism of provinces, cities and counties, and the establishment of an urban waterlogging prevention and control platform that fully covers the pre-disaster, during and post-disaster monitoring and early warning commands. The results show that the model and platform can realize the monitoring and early warning of urban waterlogging in Zhejiang Province, and provide data and technical support for preventing urban waterlogging.

**[Keywords]** urban waterlogging; early warning and monitoring; geographic information

我国东部地区因靠近沿海,每年台风频频登陆,伴随台风而来的强降雨导致城市内涝灾害经常发生,如何进行有效预防和治理城市内涝灾害已经成为政府建设和管理城市的一项重要内容。为减少城市内涝的产生,降低内涝灾害的影响,国内外对城市内涝产生的原因和风险的预警进行了广泛的研究。国外根据水文动力学相关原理,相继建立了SWMM模型,MIKE-SWMM模型等水动力学物

理模型<sup>[1]</sup>,并通过这类模型进行城市内涝的风险预测;国内黄铁兰等通过对珠江三角洲区域城市内涝时间分布和空间分布特征的研究,形成了对该区域城市内涝发展趋势的预测<sup>[2]</sup>;谢五三等基于FloodArea模型模拟重现淹没水深图谱完成了合肥市城市内涝风险评估<sup>[3]</sup>;王伟武等从城市气候、规划、建设和管理等多个视角梳理了中国城市内涝成因<sup>[4]</sup>。目前,上述研究主要采用水动力学的方式进

行建模,结合地理信息相关计算手段进行数学模拟和分析,在小区域范围具有较高的准确性,但对于省级这种空间尺度来说,上述研究存在着一定的局限性,无法有效指导省级的城市内涝风险防控工作。

### 1 城市内涝因子分析

目前城市内涝研究主要集中于风险模型的建立,研究区域一般为城市级的空间尺度,能对小范围的内涝预警提供

支持。对于浙江省这种空间范围大、开发程度较高、易受台风天气影响的区域,应对城市内涝成因进行综合考虑,进行统筹研究。

结合传统研究成果,综合分析浙江省的城市内涝风险历史数据,我们发现城市洼地、气象降雨、外来洪水、排水能力、承水能力是产生城市内涝的主要原因。城市内涝发生的积水区域一般来说在地形上为相对低洼和排水不畅的区域,城市洼地诸如地形洼地、下穿立交、地下空间等是城市内涝的重点防治地点;气象降雨特别是台风引起的短时急骤气象降雨往往带来较大水量,排水能力不足的地点容易形成短时内涝;外来洪水容易导致城市内部水位低于城市外围河道水系,引起城市自然排水能力下降甚至倒灌,导致城市内涝发生;排水能力是指城市快速向外部排水的设施的排水总量,如果强排能力不足,就无法将无法容纳的积水快速排出,会加大城市内涝风险;承水能力是指城市海绵城市、内部河道,地下管网等容纳水的设施承载水的总容量,承水能力不足是城市内涝风险发生的主要原因。根据城市内涝对城市生活产生的实际影响,人口热力分布因子能很好地反应内涝对城市的影响,是城市内涝风险评定的重要指标,所以人口热力因子也应作为城市内涝风险划分的重要因子。

## 2 数据准备与预处理

根据上述城市内涝风险生成和影响因子的分析,为建立城市内涝风险防控模型和平台自动化提供预警支持,需收集准备相关数据,为减少数据计算量,加快风险预测变化更新频率,对于不同变化频率的数据需进行空间坐标统一、数据融合的预处理。

城市洼地和城市地形及相关设施建设具有较高的稳定性,可以视为相对静态的数据,通过数字高程模型和数字地表模型数据进行预先生成。我们通过融合全省2m格网的数字高程模型和部分区域数字地表模型数据进行水文分析计算,获得低洼区块数据;对上述区块数据进

行水域面和非建成区消沉处理获得城市洼地静态数据,该数据可以按年进行更新。排水数据主要对城市各泵站的排水量、城市管网密度和容量进行统计核算,按建成区块获得城市排水能力数据,该数据也按年进行更新。承水主要对城市内部河流、湖泊进行统计计算获得,该数据基本不会变动,设计为按需更新。洪水和降雨通过历史数据进行热力拟合,生成上述两类数据的静态历史数据作为参考数据,预先放入数据库中。人口数据虽然不是城市内涝的成因数据,但其是城市内涝产生实质影响的关键数据,需作为预测预警的重要数据内容,人口数据具有比较稳定的统计学特征,我们选取工作日早高峰、晚高峰、休息日早晨、傍晚等多个典型时刻的特征化数据作为人口因子静态数据,该数据在无实时人口动态数据的情况下,可以根据预测时间作为人口热力动态数据。

## 3 多因子风险预警模型设计与实现

城市内涝多因子模型设计的主要思路是根据城市内涝的产生原因和影响对城市内涝风险点进行预测和模拟,动态计算风险点的风险等级和影响人口,以此按需评估内涝整体的风险等级,根据评估等级进行抗灾救灾资源分配决策,同时对于预测偏差或遗漏的内涝点进行实时视频监控和人工上报,修正和完善城市内涝风险预报,其详细过程主要如下:

(1) 风险点计算:结合成熟时建成区和城市洼地数据中统计地形洼地、下穿立交、地下空间、历史易涝点等形成全省分布的风险点位图,对上述风险点进行空间叠置计算生成风险面并按照深度指标进行静态风险分级,形成易涝风险点风险分级图。

(2) 冗水量计算:从气象部门获取降雨预报数据,从水利部门获取上游来水量,从建设部门获取建成区排水能力,根据估算的城市管线排水和河湖承水能力,获得冗水量并结合降雨面冗水值分布热力图。

(3) 风险计算:结合面、通过空间栅格计算选择人口热力信息计算格网影响人口,影响面积,评估各个风险点风险等级,根据实时上报信息,动态增删和修改风险实时信息。

(4) 风险统计与预警:结合行政区划进行风险点风险统计,计算行政区划所处风险等级并进行预警。

## 4 监测预警平台设计与实现

根据多因子模型设计方案,结合物联网感知的信息动态计算和更新实时内涝风险,设计和实现监测预警指挥平台进行模型验证。平台由专题数据收集汇聚、实时信息报绘、监测预警指挥三个主要部分组成,其中专题数据收集汇聚模块主要实现下穿立交,影响人口等内涝关联数据的汇聚,实时信息报绘主要实现实时内涝点、救援物资等信息的汇聚,监测预警指挥主要实现内涝风险的计算与分级,并关联影响的专题数据提供应急指挥决策支持。

## 5 结语

本文通过对省级区域空间范围内的城市内涝成因研究,结合地理信息技术手段构建城市内涝多因子模型,并建立浙江省城市内涝预警监控指挥系统对模型进行验证和优化,为全省城市内涝防、救、灾和灾后恢复提供了良好的决策支持,也为大范围场景下城市风险防控体系的建设提供了参考。

## [参考文献]

- [1]张菲菲,赵强强.我国城市内涝灾害研究进展[J].资源开发与市场,2019,35(12):1457-1461.
- [2]黄铁兰,陈君浩,黄枫杰,等.基于GIS的珠江三角洲地区城市内涝特征研究[J].广东工业大学报,2017,0134(1):25-30.
- [3]谢五三,吴蓉,丁小俊.基于FloodArea模型的城市场内涝灾害风险评估与预警[J].长江流域资源与环境,2018,1227(12):2849-2855.
- [4]王伟武,汪琴,林晖,等.中国城市内涝研究综述及展望[J].城市问题,2015,243(10):24-27.