

基于水动力与模糊综合模型的洪水风险评价研究

马志维

水利部海河水利委员会科技咨询中心

DOI:10.12238/hwr.v8i8.5630

[摘要] 本文结合某研究区的实际情况,简要分析了研究方法 with 指标体系后,重点阐述了水动力模型与模糊综合模型在洪水风险评价中的应用方法,旨在提高洪水风险评价的准确性,实现对洪水灾害的有效预防和控制,以为从业人员提供参考和借鉴。

[关键词] 洪水灾害; 水动力模型; 模糊综合模型; 风险评价

中图分类号: TV122 文献标识码: A

Research on Flood Risk Assessment Based on Hydrodynamics and Fuzzy Comprehensive Model

Zhiwei Ma

Consultative Center of Science and Technology, Haihe River Water Conservancy Commission, MWR

[Abstract] This article briefly analyzes the research methods and indicator system based on the actual situation of a certain research area, and focuses on the application methods of hydrodynamic models and fuzzy comprehensive models in flood risk assessment. The aim is to improve the accuracy of flood risk assessment, achieve effective prevention and control of flood disasters, and provide reference and guidance for practitioners.

[Key words] flood disaster; Hydrodynamic model; Fuzzy comprehensive model; risk evaluation

引言

根据权威数据表明,洪水灾害在所有自然灾害中的发生频率较高,约占灾害总数的10%左右,并且这种自然灾害诱发的经济损失要远远高于地震灾害、火山灾害以及海啸灾害等,截至到2023年底,洪水灾害给我国造成的经济损失高达2.35万亿元,有超过0.76万的群众死于洪水灾害。因此,为将洪水灾害的不良影响控制在最小范围内,需要在现代科学技术的作用下,对洪水风险进行客观、准确的评估,利用评估结果,有针对性地制定风险预防方案以及控制措施,能够减少洪水灾害带来的经济损失与人员伤亡,促进社会经济的可持续健康发展。

1 研究区概况

1.1 自然地理概况

某研究区(简称A研究区)东南部与俄罗斯相望,西南部与朝鲜隔江临接,属于典型的温带近海洋季风性气候区,河流众多,丰富的水源给区域经济的发展创造了有利的条件,但也使得当地的防洪压力较大,具体情况,如表1所示。

通过对表1的观察和分析可知,A研究区的地理位置以及气候环境等较为特殊,历史上曾多次遭遇洪水灾害,使得区域内人民群众的生命财产安全受到极大的威胁和影响。对此需要结合A研究区的实际情况,展开洪水风险的客观评价,通过对自然灾害

的预防和控制,为区域经济的长效健康发展注入源源不断的动力^[1]。

表1 A研究区自然地理概况

序号	研究区自然地理环境	主要概况
1	流域内降水月份	6-9月份
2	多年平均气温	5.8℃
3	历代最高气温	36.2℃
4	历代最低气温	-32.5℃
5	多年平均日照数	2322h
6	多年平均风速	3.1m/s

1.2 研究区致灾因子

根据环境数据中心提供的全国降水量数据可知,自2018年-2023年,A研究区的降水总量在610-765mm以内,呈现出了两边高、中间低,西部多、东部少的特点,最少降水量在610-620mm以内。究其原因,A研究区的地理位置较为特殊,在山地地形的影响下,山地背风坡平原地区的降水量要明显少于迎风坡气流抬

升形成的降水,并且该流域主要由山谷和平原构成,因此山地降水量要更多,具有两边高中间少的特点,总体而言,A研究区夏季与秋季大部分地区的降水量较大且强度较高,是当地容易发生洪水灾害的主要致灾因子,而特殊的地形、河流密度以及高程坡度等形成了孕灾环境。

2 研究方法与指标体系

2.1 数据来源

为保证研究成果的真实性与准确性,在采集、获取研究数据的过程中,本文主要是从权威网站搜集有关数据,如中国气象数据网以及当地的统计年鉴等,能够保证数据的可靠性与代表性。

2.2 风险指标

在A研究区水动力模型与模糊综合模型洪水风险评价工作正式开始前,需要对当地的洪水灾害危险性进行科学评估后,建立指标体系。在评估A研究区洪水灾害危险性的过程中,可结合以下内容:

其一,科学选择灾害因子:洪水灾害的出现是由多种因素引起的,因此在评估洪水灾害的危险性时,要从大量的因素中,选择出代表性因素,再对相关因素进行客观的评估,最终本文将评估点放在孕灾环境、致灾因子以及承灾体三方面。

其二,合理划分危险性等级:准确计算出各个因子的信息量值后,通过叠加计算,在计算机设备的作用下,将叠加计算的结果转换成矢量图,再进行处理就能够掌握洪水灾害在研究区内各个区域中的危险性程度,如图1所示。

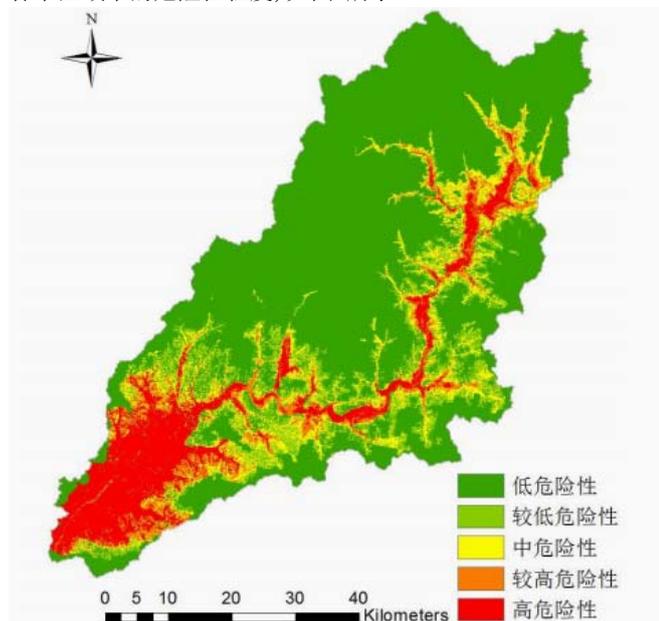


图1 A研究区内洪水灾害的分布与危险性程度

3 基于水动力与模糊综合模型的洪水风险评价方法

3.1 科学搭建水动力模型

在实际搭建水动力模型的过程中,可从以下几方面入手:

①MIKE 11: 这种水动力模型主要是利用水体的不可压缩性质,形成一维水动力学,搭建圣维南方程,涵盖了静水压力、河道坡度等多方面内容、在搭建MIKE 11模型时,要科学建立连续性

方程与动量方程,如公式(1)所示:

$$q = \frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} \quad (1)$$

$$0 = \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial \left(\alpha \frac{a^2}{A} \right)}{\partial x} + gA \frac{\partial h}{\partial x} + \frac{gQ|Q|}{C^2 AR}$$

在公式(1)中Q与q分别代表的是过流流量(m^3/s)与旁侧入流量(m^3/s);C代表的是谢才系数($m^{1/2}/s$);A与h分别代表的是水断面面积(m^2)与水位(m);R代表的是水力半径(m); α 与g分别代表的是动量校正系数与重力加速度(m/s^2)。

确定连续性方程与动量方程后,还要利用河网文件、断面文件、边界文件以及参数文件等信息资料,对一维水动力模型进行优化和完善。不同信息资料的应用方法存在较大的差异性,以参数文件为例,该文件主要涉及到初始水位、初始流量以及河床糙率等内容,在应用该文件的过程中,按照初始模拟的河网水动力条件,有针对性地设置初始水位与初始流量,前者的值可接近0,后者的值要>河床,避免因关键参数不合理影响到模型的顺利运算。通过对各类信息资源的合理应用,完成一维水动力模型的搭建,确定模型可以有效运算后,还要做好二维模型的构建^[2]。

②MIKE 21: MIKE 11是一维水力学模型,而21是二维水力模型,主要的作用就是模拟研究区内的河岸、蓄滞洪以及湖泊的淹没面积等。在搭建二维水力模型的过程中,要根据研究区内水流的真实情况,对水流连续性方程与动量方程进行合理设置。MIKE 21主要的建构流程为:建立基础地形文件——添加阻水地物——确定区域糙率。在整个建构流程中,阻水地物的设置属于关键环节,在实际操作中,可从两方面入手,一方面是根据实地勘察以及资料分析,确定研究区内道路的相对高程,另一方面是明确相对高程后,还要利用Arc GIS软件,搭建公路图层并将高程值设定在公路图层内,通过这种方式,完成阻水地物的添加后,再设计区域糙率等关键数据,有利于提高模型的运算质量和效率。

3.2 合理建设模糊综合模型

在实际建设多指标模糊综合评价模型的过程中,可从以下几方面入手:

①建立指标体系:搭建多指标模糊综合评价模型的主要目的就是衡量研究区内洪水灾害的等级以及影响程度等,因此要科学设置指标体系,保证模型的运算能力。本研究在建立指标体系的过程中,主要是从目标层、准则层与指标层三方面入手,其中目标层指的是洪水灾害的风险等级,一共有五个等级,主要是从低风险——高风险。完成目标层的建设后,还要分析影响目标问题的各个因素,将这些因素整合到一起,就能形成完整的准则层,其中致灾因子、孕灾环境以及承灾体,三者的敏感性因素、危险性因素与脆弱性因素,都属于准则层范畴内。另外,指标层指的是目标问题的基础因素,是洪水风险评价体系的基础模块,

在设计指标层的过程中,要立足于三个维度,分别是洪水风险的直观指标、研究区的地形属性指标以及社会指标^[3]。

②综合选择权重系数。在多指标模糊综合评价模型中,由于指标层的影响因子较多,为确定各个因子的风险等级,需要在AHP即层次分析法的作用下,对不同的指标进行相应的权重设计,并对指标进行等级评估,最终的分配情况,如表2所示。

表2 多指标模糊综合评价模型中权重系数分配情况

序号	指标	权重
1	淹没深度/m	0.55
2	淹没时长/h	
3	淹没面积/m ²	
4	高程/m	0.24
5	坡度/°	
6	不透水率/%	
7	建筑物密度/%	0.21
8	POI密度/hm ²	

3.3客观分析风险评价结果

在水动力模型与多指标模糊综合评价模型的作用下,对A研究区的洪水灾害风险进行分析后,根据不同频率的洪水淹没水深分布情况可知:

①在20年一遇洪水中,A研究区流域的下游段存在漫堤的现象,部分区域被淹没,但水的整体深度相对较浅。

②在50年一遇的洪水中,A研究区的淹没范围,相较于20年

一遇的洪水明显扩大,其中淹没水深显著升高。

③在100年一遇的洪水中,A研究区的淹没范围进一步扩大,并且淹没水深的分布情况发生了较为明显的变化。

④在200年一遇的洪水中,淹没范围略有扩大,但淹没深度的扩大趋势较为明显。通过对20年一遇洪水灾害——200年一遇洪水灾害的风险进行客观的评估,确定不同等级洪水风险的淹没范围以及淹没深度等关键数值后,再结合相关信息数据,从专业的角度出发,制定洪水灾害的预防和控制措施,能够降低洪水灾害的不良影响,为区域经济的长久稳健发展夯实基础^[4]。

4 结论

综上所述,在洪水灾害的风险评价中,联系研究区的现实情况,搭建水动力与多目标模糊综合模型,有利于提高评估的准确性与客观性。通过了解研究区洪水灾害的淹没范围以及淹没深度后,科学配置防洪资源,对于区域经济的良好发展以及人民群众的生命财产安全起着重要的支撑和保障作用。

[参考文献]

[1]李影.营口市洪水灾害风险评价与区划研究[J].黑龙江水利科技,2023,51(06):14-17.

[2]杨柳,王晨颖,冯畅,等.考虑水系演变的湘江流域洪水风险四维评价体系构建[J].农业工程学报,2023,39(03):92-101.

[3]苏广全,吕海深.基于博弈论组合赋权的洪水风险评价——以武威地区为例[J].干旱区研究,2022,39(3):801-809.

[4]张鸣,武娟,牛超群,等.基于云模型的平原区洪灾风险等级评价研究[J].吉林水利,2022,(01):1-9+16.

作者简介:

马志维(1987--),男,汉族,天津市人,本科,中级,研究方向:水文水资源。