

山东湖东滞洪区模拟郑州“7·20”暴雨洪水研究

满 曼, 颜世杰, 张丽蒙

(山东省海河淮河小清河流域水利管理服务中心, 山东 济南 250100)

【摘要】本文采用暴雨移置和洪水模拟的方法,利用二维水动力模型,推演分析南四湖流域遭遇河南郑州市“7·20”特大暴雨时湖东滞洪区内的水位及淹没情况,为湖东滞洪区应急预案编制和汛前演练等工作的开展提供数据支撑和理论分析。

【关键词】山东省;湖东滞洪区;暴雨洪水

【中图分类号】TV213.4

【文献标志码】A

【文章编号】1009-6159(2025)-01-0058-04

Study on Simulating Zhengzhou "7·20" Rainstorm Flood in Hudong Detention Area of Shandong

MAN Man, YAN Shijie, ZHANG Limeng

(Haihe River, Huaihe River and Xiaoqinghe River Basin Water Conservancy Management
and Service Center of Shandong Province, Jinan, Shandong 250100, China)

Abstract: By using the methods of storm displacement and flood simulation, this paper uses a two-dimensional hydrodynamic model to deduce and analyze the water level and inundation situation of the Hudong detention area of Nansi Lake basin, encountered the "7·20" torrential rain in Zhengzhou, Henan Province, so as to provide data support and theoretical analysis for the preparation of emergency plans and pre-flood drills in Hudong detention area.

Key words: Shandong Province; Hudong detention area; Torrential rain and flood

1 绪论

1.1 背景

受季风性气候影响,我国夏季降雨集中,洪涝灾害频发。虽然我国防洪减灾体系逐步完善,但仍存在很多薄弱环节,防洪安全面临着新的压力和挑战。2021年7月17-23日,河南省遭遇罕见特大暴雨(简称郑州“7·20”暴雨),持续时间长、累计雨量大、强降雨时段集中且范围广,远超出城乡防洪排涝能力,形成特别重大自然灾害。

本文在对南四湖湖东蓄滞洪区(以下简称滞洪区)的极端暴雨洪水防范应对能力调查和收集相关资料的基础上,采用暴雨移置和洪水模拟的方法,利用二维水动力模型,推演分析南四湖流域遭遇河南郑州“7·20”特大暴雨时洪水滞洪区内的水位及淹没情况,研究提出滞洪区遭遇极端

暴雨灾害事件相应的应对措施,为滞洪区应急预案编制和汛前演练等工作的开展提供对策建议。

1.2 分析范围

本次分析范围主要为南四湖流域以及湖东蓄滞洪区。

1.3 研究内容

- 1)收集郑州“7·20”暴雨的降雨相关资料。
- 2)收集滞洪区相关资料,主要包括所在位置、经纬度、高程等。
- 3)确定洪水分析方法,计算分区划分。
- 4)提出相应对策建议。

2 滞洪区概况

南四湖流域地处我国南北气候的过渡带,气

收稿日期:2024-07-17

作者简介:满曼(1988—),女,工程师

候复杂多变, 多年平均降雨量 695 mm, 降雨时空分布不均, 汛期降雨占全年降雨的 70% 以上, 丰水年的降雨量为枯水年的 3 倍以上。建国以来, 南四湖流域曾发生过多次较大的洪水, 其中 1957 年、1963 年、1964 年和 2003 年的暴雨洪水, 给当地造成了严重的洪涝灾害。

南四湖湖东滞洪区位于湖东堤东侧, 包括白马片(上级湖泗河—青山段)、界湖片(上级湖界河—城口河段)及蒋集片(下级湖新薛河—郝山段), 于 2010 年列入国家蓄滞洪区名录, 总面积 252.69 km², 滞洪容积 3.72 亿 m³。涉及到济宁市的微山、邹城和枣庄市的滕州、薛城等 4 个县(市、区)14 个乡(镇)202 个行政村和 2 个港口, 人口总数为 285 455 人。

3 模型构建与分析

3.1 模型构建思路及建模范围

本次研究建立的南四湖湖东蓄滞洪区洪水分析模型采用二维水动力学模型, 模型的建立步骤如下:

1) 建立南四湖二维水动力学模型, 重点对湖内降雨和入流洪水引起的水位变化进行模拟分析计算;

2) 网格剖分, 建立滞洪区二维水动力学模型, 分析滞洪区内的水位变化过程。

3.2 网格剖分

计算方案将湖东滞洪区分为 3 个子区域。考虑到计算机配置和缺少矢量图, 只有 DEM 数据, 因此对南四湖单一网格面积控制在 6.4 km² 以内, 滞洪区单一网格面积控制在 0.53 km² 以内。

3.3 计算分区划分方案

南四湖湖东蓄滞洪区由 3 部分组成(如图 1 所示):

- 1) 泗河~青山滞洪区, 简称邹城分区;
- 2) 界河~城湖河滞洪区, 简称留庄分区;
- 3) 新薛河~郝山滞洪区, 简称薛城分区。

本次将湖东蓄滞洪区分为邹城、留庄和薛城 3 个计算分区进行分析。

3.4 洪水来源

受黄淮低涡、西太平洋副热带高压、大陆高压和台风“烟花”外围气流的影响, 2021 年 7 月 17 日 8 时至 21 日 8 时, 河南省普降中到大

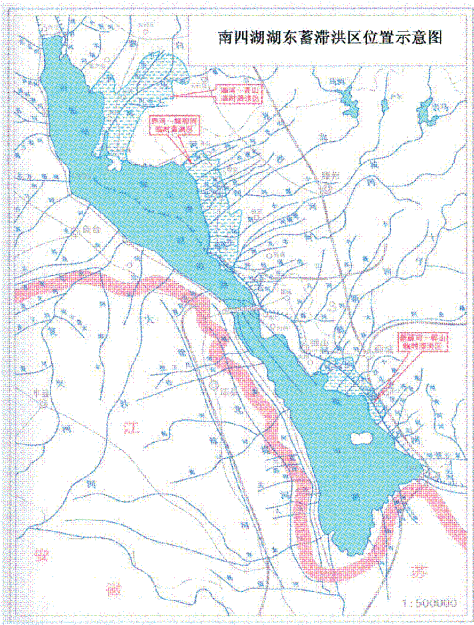


图 1 南四湖湖东蓄滞洪区位置示意图

雨, 郑州、平顶山、南阳、洛阳、焦作、许昌、新乡、济源等市降暴雨、大暴雨, 局部特大暴雨。主要降雨时段集中在 7 月 19 日 8 时~21 日 8 时, 24 h 最大雨量为 19 日 20 时~20 日 20 时。

本次郑州“7·20”暴雨移置洪水模拟分析采用傅疃河流域暴雨移用的面降雨结果, 如图 2 所示。

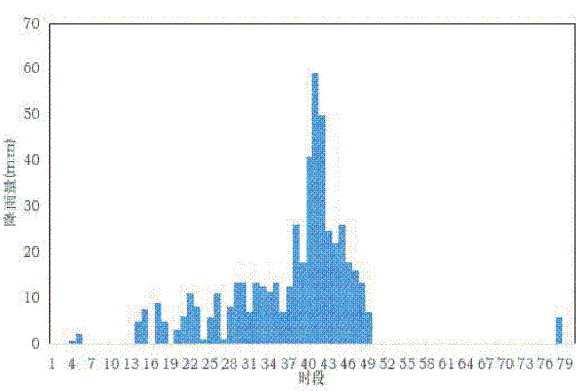


图 2 采用的面平均降雨量过程图

3.5 计算方案

为更全面地分析南四湖流域遭遇极端暴雨的情景, 假定暴雨发生在南四湖湖区及上游流域。其余降雨量级、时程分布均不变。

3.6 边界条件

模型采用二维非结构网格, 以各支流汇入作为南四湖入流边界条件, 以移用的降雨过程作为南四湖及滞洪区降雨输入, 同时添加韩庄闸等 3 个闸口的流量作为下游边界条件。

其中,有 50 多条汇入南四湖的河流,受资料限制,从研究目的考虑,主要采用白马河和新薛河作为汇入南四湖的入流边界。其最大流量按照以往东鱼河、洙赵新河和韩庄运河的暴雨移置所获洪峰流量为基准,从最不利角度出发,选择其中最大的洪峰流量按照面积比获得白马河和新薛河的洪峰流量。洪水过程以暴雨过程为基准,进行相应地同倍比放大获得,结果如图 3 和 4 所示。

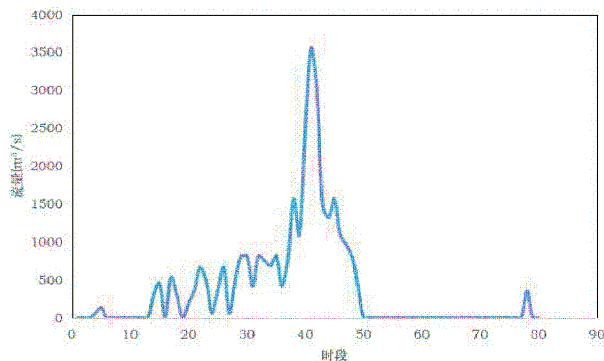


图 3 白马河洪水过程线

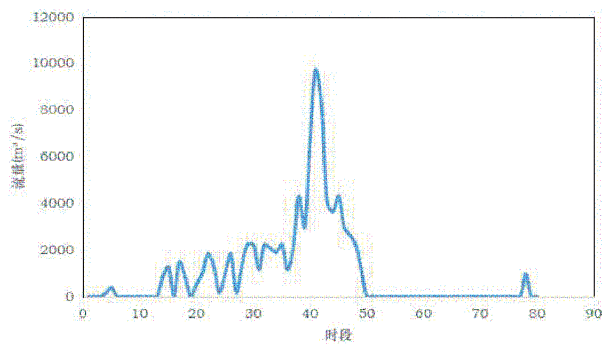


图 4 新薛河洪水过程线

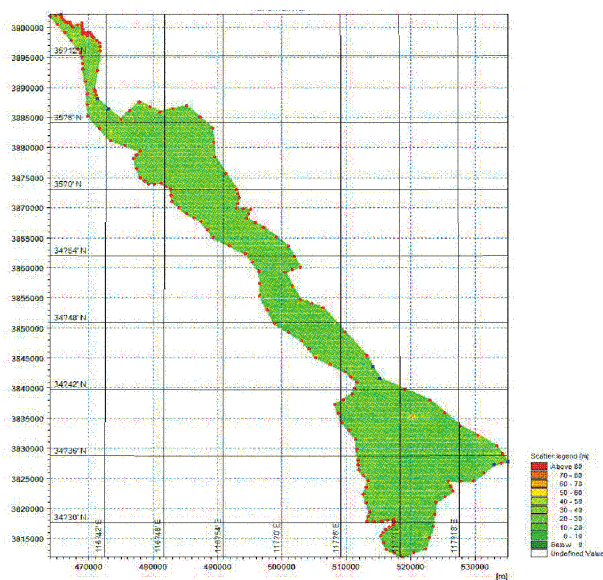
韩庄闸等 3 个闸口可以控制南四湖的出湖流量,假定按照入湖流量的变化来逐渐开启 3 个闸门,使得出湖流量逐渐从 $400 \text{ m}^3/\text{s}$ 增加到 $5\,500 \text{ m}^3/\text{s}$ 而后逐渐缩小至 $400 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

4 洪水计算成果

南四湖和 3 个蓄滞洪分区的 DEM 图分别如图 6~8 所示。

根据南四湖暴雨假定方案的计算成果提取邹城、留庄和薛城蓄滞洪计算分区入口所在断面的水位数据,分别作为这 3 个计算分区的入口水位边界,水位数据如图 9 所示。

模型运算中,其余参数采用默认参数进行计算,计算可得 3 个计算区的水位和水深数据。根据邹城滞洪区入口水位数据可知该计算分区内



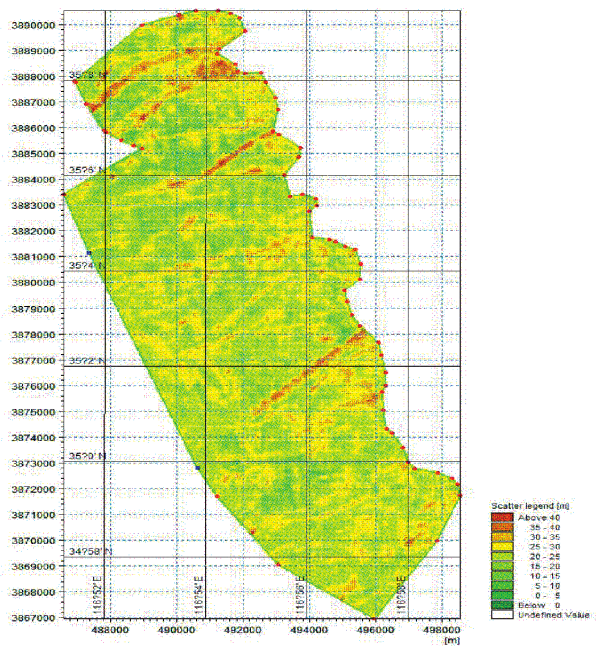


图 7 留庄蓄滞洪区分区 DEM 图

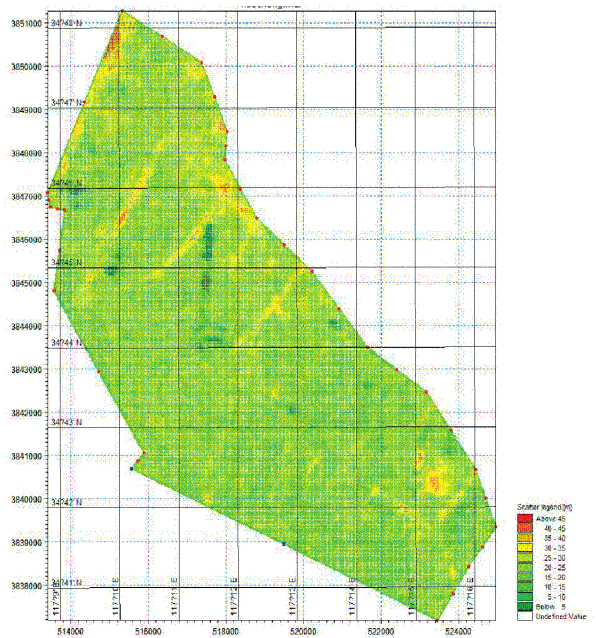


图 8 薛城蓄滞洪区分区 DEM 图

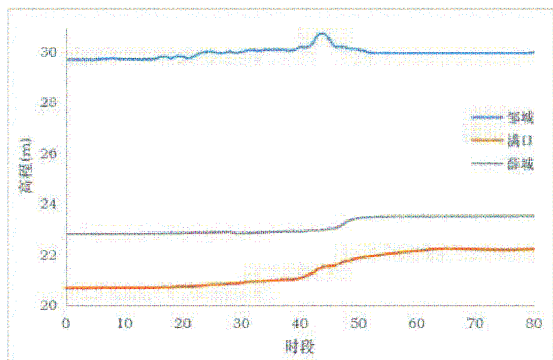


图 9 计算分区的入口水位

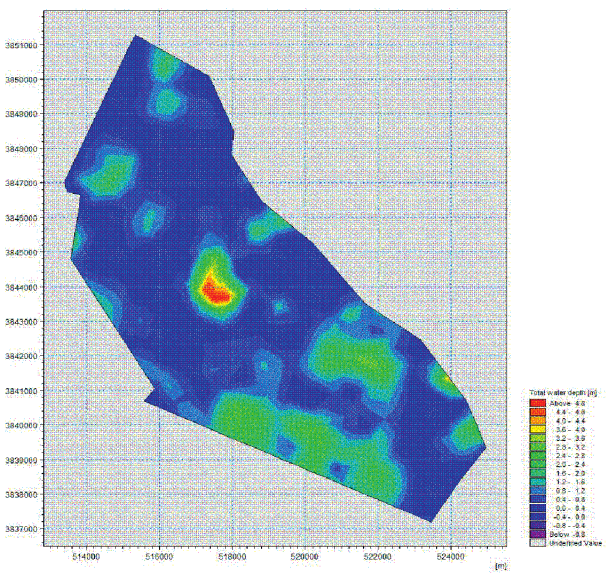


图 10 薛城蓄滞洪区分区期末水深分布

最大水深超过 4.8 m。

对比 3 个计算分区可发现,薛城蓄滞洪计算分区受南四湖影响最大,邹城蓄滞洪计算分区受南四湖影响最小,这符合 3 个区域的高程变化趋势,计算结果基本符合实际。

5 结 论

- 根据降雨和洪水来源,南四湖湖东蓄滞洪区模拟郑州“7·20”暴雨洪水推演得到滞洪区水位、水深变化及 DEM 图像和主要结论。
- 1) 当南四湖流域发生特大暴雨时,进入湖区的流量和湖区自身的降雨量会使得南四湖水位变化较大,留庄和薛城蓄滞洪分区因地势较低,容易发生淹没。
 - 2) 通过在南四湖湖东蓄滞洪区模拟郑州“7·20”暴雨洪水分析,得出洪水淹没水位总体较浅的结论,这得益于近几年湖东滞洪区防洪体系的建设。
 - 3) 本次调研,由于收集的数据量较小,因而得到的分析成果与实际情况还有差距,成果仅供参考。

下一步课题组将收集和整理更多基础数据,精确分析滞洪区受暴雨洪水影响下的水深,绘制洪水风险分析和相关洪水风险图,研究该水深对滞洪区内居民生活的影响、淹没的范围和带来的财产损失等情况,为南四湖的防洪工作提供技术支撑。

(责任编辑 崔春梅)