

张家港市中心城区防洪安全与 洪水资源化分析

顾克勤¹, 宋凯璇², 石永杰², 陆益忠¹, 徐沛力¹, 刘俊²

(1. 张家港市天源水利设计院有限公司, 江苏 苏州 215600; 2. 河海大学水文水资源学院, 江苏 南京 210098)

摘要:以张家港市中心城区为例,选取 1965—2015 年水文数据,采用适线法和同频率法计算 200 年一遇设计暴雨,运用 MIKE11 搭建张家港市水文水动力模型,分析计算在超标准洪水条件下张家港市中心骨干河道最高水位,将超标准洪水与常水位下的河道槽蓄量进行比较,计算该条件下张家港市可利用的洪水资源量。结果表明,中心城区在遭遇 200 年一遇超标准洪水时,河道水位均未超过 5.5 m,现有堤防高度基本可以满足该标准的要求,中心城区可利用洪水资源量约为 333.63 万 m³。

关键词:超标准洪水; 防洪安全; 洪水资源化; MIKE11; 张家港

中图分类号:TV21

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2021)10-0052-04

Analysis of flood control safety and flood resource utilization in the downtown area of Zhangjiagang

GU Keqin¹, SONG Kaixuan², SHI Yongjie², LU Yizhong¹, XU Peili¹, LIU Jun²

(1. Zhangjiagang Tianyuan Water Conservancy Design Institute Co., Ltd., Suzhou 215600, China;

2. College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, China)

Abstract: Taking the downtown area of Zhangjiagang City as an example, the hydrological data from 1965 to 2015 were selected to calculate the 200-year design rainstorm by using the fitting line method and the same frequency method. The hydrological and hydrodynamic model of Zhangjiagang City was built by using MIKE11 to analyze and calculate the maximum water level of the backbone river in the downtown area of Zhangjiagang City under condition of exceeding standard flood. The available flood resources of Zhangjiagang City under the above standard flood conditions were calculated by comparing the storage capacity of the river channel under the normal water level. The results showed that when the central urban area encountered a 200-year exceeding standard flood, the river water level did not exceed 5.5 m, the existing embankment height could basically meet the requirements of this standard, and the available flood resources in the central urban area were about 3 336 300 m³.

Key words: exceeding standard flood; flood prevention safety; flood resources; MIKE 11; Zhangjiagang

洪水灾害历来是我国危害最大、影响面最广、发生频率最高的自然灾害之一^[1]。因此正确评估城市排水防涝的风险,准确预报城市洪水及其影响范围显得尤为重要^[2]。目前,利用数值模拟技术,

建立区域水文水动力模型,分析预测城市洪水风险,对解决城市防洪排涝问题具有重要意义^[3]。近年来,随着治水思路的不断拓展,“洪水资源化”概念已逐渐成为学界共识^[4],科学开发利用洪水资源

收稿日期:2021-04-15

基金项目:江苏省水利科技项目(2017045)

作者简介:顾克勤(1969—),男,工程师,本科,研究方向为水利工程管理。E-mail:794333316@qq.com

成为重要趋势^[5]。在有效控制洪水风险的前提下科学合理地利用和调度流域水利工程,有效利用洪水,解决水资源短缺危机和提高洪水资源化利用程度越来越受到重视。

以张家港市中心城区为研究对象,分析计算超标洪水条件下的河道风险以及可利用的洪水资源量,为张家港市中心城区防洪预报、洪水资源配置提供依据。

1 研究区域现状

论文研究区域位于张家港市中心城区,张家港市地处长江下游南岸,江苏省东南部,属长江流域太湖水系,北部长江水域宽阔,绝大部分是广袤的平原;境内降雨充沛,多年平均降水量约为1 025.7 mm;区域内水系发达,河网相互交织、贯通,水文条件复杂。中心城区位于张家港市二干河以西、朝东圩港以东、南横套以南、环城河以北的区域,总面积约为53 km²。区域内共有8条骨干河道,分别为朝东圩港、环城河、一干河、新市河、新沙河、南横套、东横河、二干河。

由于张家港市受长江风暴潮、武澄锡虞区域洪水和当地暴雨涝水的三重威胁,大大增加了张家港市中心城区的防洪排涝压力,且区域内多余过境洪水仍以排为主,未能在满足防洪安全的前提下科学合理地利用洪水资源。因此,有必要对中心城区的防洪风险以及洪水资源化利用进行研究,以增强张家港市中心城区防洪预警能力,缓解水资源短缺等问题。

2 模型构建

结合张家港市中心城区水文水利特性以及下垫面情况,以MIKE11为建模基础建立研究区水文水动力模型。主要采用MIKE11模型的水动力(HD)模块完成河网模型的建立,该模块主要包括河道长度、断面尺寸、水面率、河道糙率、断面形状、水工建筑物的规模和调度方式等。论文对张家港市中心城区的骨干河网、主要输水河道和主要水工建筑物特别是入江闸站进行了概化。

2.1 河网概化

河网概化以张家港市中心城区为范围,概化市级骨干河道,包括朝东圩港、一干河、南横套、沙漕交界河、东横河、环城河、新市河、新沙河、盐铁塘、三丈浦、奚浦塘、华妙河、西旻塘、新西河,加密概化二环范围内的中心城区河网并概化入江

闸站。

2.2 参数率定

根据现状水利工程布设以及防洪调度规则,比较模型计算出的节点水位与设计水位。采用《张家港市城市防洪规划(2015—2030年)》报告中南横套、谷渎港、界罗港、芦浦塘4处典型断面的50年一遇和100年一遇设计水位值进行验证。率定与验证结果见图1、图2。

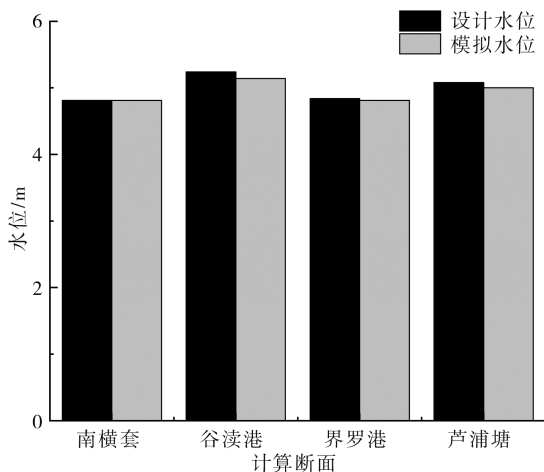


图1 50年一遇设计水位率定结果

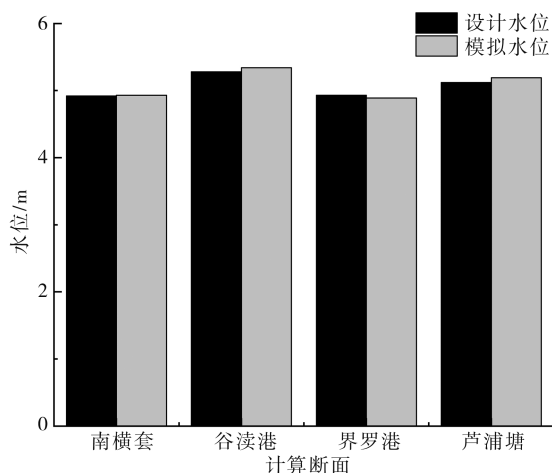


图2 100年一遇设计水位验证结果

率定结果表明,与《张家港市城市防洪规划(2015—2030年)》中计算的现状条件下各断面最高水位相比,最大误差0.10 m,最小误差0.01 m,节点平均误差0.05 m,说明模型计算结果基本可以反映实际情况,模型所率定参数成果可靠。

3 中心城区防洪安全分析

3.1 长历时设计暴雨计算

张家港市河网水位计算所选用的雨量站包括张家港闸站、十一圩闸站和杨舍站等3个雨量站,

资料系列长度为 1965—2015 年。采用年最大值法选择并进行频率计算,通过适线法得到不同时段的面雨量各统计参数及 200 年一遇设计面雨量。

对张家港市历年洪涝灾害情况分析表明,1954、1962、1991、2005、2011、2015 年是张家港市城市洪涝灾害的代表性年份。基于对张家港市典型洪涝的分析,选择张家港市 1991 年 7 月 1 日至 7 月 7 日的逐日降雨作为典型暴雨过程,采用同频率法按 1 d、3 d、7 d 雨量缩放得到逐日设计面雨量过程,再采用同倍比法缩放获得张家港市 7 × 24 h 的 200 年一遇设计暴雨过程,作为模拟的降雨输入数据,设计暴雨过程见图 3。

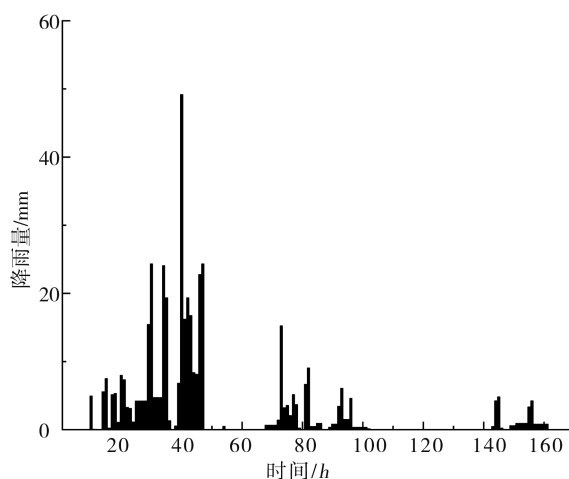


图 3 张家港市 7 × 24 h 的 200 年一遇设计暴雨过程

3.2 潮位边界

张家港市域南部以张家港河水位为控制边界,北部以长江潮位为边界,采取较为不利的潮情组合,长江潮位边界条件采用 1991 年张家港市沿江闸边界实际逐时潮位过程。根据 1991 年江阴肖山站、常熟浒浦闸长江逐潮高低潮位资料插补推求 1991 年张家港市沿江闸边界逐时潮位过程,基本方法是根据各闸地理位置采用内插逐潮高低潮位及相应潮时。

3.3 骨干河道洪水水位计算

在现状工况下,利用 MIKE11 模型模拟计算 200 年一遇降雨条件下张家港市中心城区骨干河网的设计洪水过程,得到 200 年一遇超标标准洪水条件下各河道不同断面处的最高水位,城区主要河道节点的最高水位见表 1。

3.4 洪水风险分析

从张家港市域超标洪水计算模拟结果来看,中心城区在遭遇 200 年一遇超标洪水时,河道水位均未超过 5.5 m,现有堤防高度基本可以满足该

表 1 城区主要河道节点超标洪水最高水位

河道名称	断面	超标洪水最高水位/m
新市河	谷渎港	5.46
新沙河	白字港	5.43
环城河	大寨河杨舍	5.46
东横河	幸福河	5.46
白字港	西区河	5.46
西区河	华塘河	5.40
一干河	一支河	4.94
南横套河	范港河	4.91
南横套河	界罗港	4.96
朝东圩港	北大寨河	4.94
二干河	华妙河	5.37

标准的要求,城市现状防洪圈遇超标洪水漫顶决口的可能性较小。城区部分骨干河段超标洪水最高水位可达 5.45 m 以上,接近现有的河道堤防高程,需注意加固堤防,防范防洪安全隐患。

环城河、东横河及新市河部分河段位于中部南片防洪分片内,在遭遇超标洪水时,河道水位易接近堤防高程,且其靠近中心城区,一旦溃堤将造成较大损失,应着重对相关河道的险工险段进行加固。中心城区位于其他防洪分片内的河道,其堤防高程基本可以满足 200 年一遇超标洪水的要求。

4 洪水资源化分析

4.1 洪水资源量计算

根据研究区域骨干河道的常水位和超标标准洪水,结合河长及断面等资料分别计算出 2 种水位条件下中心城区 8 条骨干河道的槽蓄量,从而推求出超标洪水(200 年一遇)条件下研究区域的洪水资源量。具体计算成果见表 2。

根据表 2 可知,常水位条件下,研究区域骨干河道槽蓄量约为 629.97 万 m^3 ,而在超标洪水(200 年一遇)条件下的研究区域骨干河道槽蓄量约为 963.60 万 m^3 。因此,在超标洪水(200 年一遇)条件下,研究区域可利的洪水资源量约为 333.63 万 m^3 。

表 2 超标准洪水(200 年一遇)条件下研究区域洪水资源量

河道名称	常水位/ m	超标准洪 水位/m	水资源量/m ³	
			常水位	洪水位
朝东圩港	3.60	4.94	533 715	743 513
环城河	3.70	5.46	967 199	1 587 271
一干河	3.70	4.92	2 234 934	3 039 813
新市河	3.70	5.46	160 580	292 615
新沙河	3.70	5.43	147 947	287 576
南横套	3.60	4.94	654 327	479 399
东横河	3.70	5.46	943 324	1 584 953
二干河	3.70	5.37	657 703	1 070 916
骨干河道总水量			6 299 727	9 636 009
洪水资源量			3 336 282	

4.2 洪水资源化利用

基于上述超标准洪水下的洪水资源量,张家港市仍需加快转变传统水利思想,不断推进洪水资源化的深入研究,结合国内外研究成果与实践经验,立足自身区位优势,因地制宜开展洪水资源化工作,不断提高防洪减灾能力与洪水资源化管理水平,实现人水和谐。从工程措施和非工程措施两方面实现洪水资源科学有效利用。

4.2.1 工程措施

(1)推进河道水利工程的建设进程,利用拦河闸等水利设施,将河流分为若干段,逐段就地利用河流洪水资源,增强河道的拦蓄总量,提高对洪水的调蓄能力。

(2)在加快拦河闸建设的同时,修建引、蓄、排

配套工程,增强控制洪水和利用洪水资源的能力。

4.2.2 非工程措施

(1)加快洪水资源开发利用决策支持系统建设,加强对洪水资源的科学管理和统一调度,充分利用现代科学技术手段管理和调度洪水资源,为建立洪水资源科学利用和调度信息系统奠定基础。

(2)强化洪水资源意识,优化洪水资源配置,能够发挥其最大的经济效益,推进法制建设的步伐,建立健全洪水资源利用与管理的运行机制。

5 结 论

张家港市中心城区在遭遇 200 年一遇超标准洪水时,河道水位均未超过 5.5 m,现有堤防高度基本可以满足该标准的要求,城市现状防洪圈遇超标洪水漫顶决口的可能性较小。在超标准洪水(200 年一遇)条件下,中心城区可利用的洪水资源量约为 333.63 万 m³,可基于上述洪水资源量,提出洪水资源利用的相关措施。

参考文献:

[1] 李昌文,李安强,黄艳,等. 流域超标准洪水特点回顾性研究[J]. 人民长江, 2020, 51(10):12-19.

[2] 吴沛霖,俞芳琴,王婷,等. 基于 SWMM 的张家港市排水防涝风险评估[J]. 水文, 2020, 40(2):31-37.

[3] 朱颖蕾,于永强,俞芳琴,等. 基于 MIKE21 和 MIKE Urban 耦合的湖区平原城市内涝模拟应用研究[J]. 中国农村水利水电, 2018(10):177-185.

[4] 闫成山,董风军,王君诺,等. 岸堤水库流域洪水资源利用潜力计算方法研究[J]. 中国农村水利水电, 2019(4):13-18.

[5] 尹建部,刘江颖,郑鑫,等. 蓄滞洪区的建设及其在南四湖流域洪水资源利用中的应用研究[J]. 陕西水利, 2020(11):57-59.