

苏州河沿线设计高水位

徐贵泉¹, 陈庆江², 陈长太¹

(1. 上海市水务规划设计研究院, 上海 200233; 2. 上海市水务局, 上海 200050)

摘要:为确定苏州河两岸防汛墙改造的墙顶高程,采用水文概率统计与水力模型计算相结合、原型实测与数学模型相结合的方法,与太湖流域河网水文水动力模型相衔接,建立基于数字河网的苏州河水系水文水动力模型,从影响苏州河高水位的洪、涝、潮、控等要素着手,计算分析洪、涝、潮单一水情以及历史典型年不利水情影响下的苏州河高水位分布规律。研究结果表明,现状及规划近、远期工况条件下的苏州河沿线设计高水位分别为 4.60 m、4.79 m 和 4.77 m。

关键词:设计高水位;河网水文水动力模型;数字河网;苏州河;太湖流域

中图分类号:TV212.5+2 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-7647(2012)06-0038-04

Design high water level of Suzhou River//XU Guiquan¹, CHEN Qingjiang², CHEN Changtai¹ (1. Shanghai Water Planning and Design Research Institute, Shanghai 200233, China; 2. Shanghai Water Authority, Shanghai 200050, China)

Abstract: In order to determine the crest elevation of flood-prevention wall rehabilitation along Suzhou River, by means of the combination of hydrological probability statistics and hydraulic test, mathematical model and prototype observation, a hydrological and hydrodynamic model for Suzhou River system based on digital river networks is established. It is integrated with the hydrological and hydrodynamic model for Taihu Lake basin. The factors for the high water level of Suzhou River are analyzed, including floods, waterlog, tides and control. The distribution of the high water levels of Suzhou River under the unitary condition of floods, waterlog and tides as well as the typical historical hydrological record is calculated and analyzed. The results show that the design high water levels under the current, short-term and long-term planning conditions are 4.60 m, 4.79 m and 4.77 m, respectively.

Key words: design high water level; river network hydrological and hydrodynamic model; digital river network; Suzhou River; Taihu Lake basin

苏州河(上游称吴淞江)是太湖流域的一条行洪排涝河流,西源于东太湖瓜泾口,流经江苏省吴江市、吴县、昆山市和上海市青浦、嘉定、普陀、长宁、静安、闸北、虹口、黄浦等区,东连黄浦江,全长 125 km,在上海市境内有 53.1 km,河宽一般为 50~70 m,具有流域行洪、区域排涝、航运以及环境景观生态等综合功能。

苏州河环境综合整治以保障防汛安全、改善河道环境、提升滨河景观为目标,以治水为中心,坚持治污与治河并重,一直在持续深入推进。通过一、二期先行实施治污减污、综合调水等工程的建设,苏州河干流黑臭消除,主要水质指标基本达到景观水标准。但是,苏州河市区段两岸绝大多数原防汛墙破落陈旧、损坏严重、高低相差较大,存在安全隐患和墙型环境视觉污染。因此,上海市人民政府将苏州河底泥疏浚和两岸防汛墙改造列为苏州河环境综合整治三期工

程的重要组成部分。防汛墙的全面加固改造,其墙顶高程的确定就显得尤为迫切;而决定防汛墙顶高程的关键因素是苏州河沿线设计高水位,这关系到苏州河的防汛安全、两岸防汛墙改造的标准、墙顶高程、环境景观和结构设计条件。鉴于苏州河沿线高水位受上游洪水下泄、区域涝水排入、下游高潮顶托、防汛安全调度等因素综合影响的复杂性,为了更好地保障防汛安全,营造滨河景观,改善人居环境,开展苏州河沿线设计高水位专题研究具有重要的现实意义。

1 苏州河的防汛演变特征

从苏州河水系实际出发,结合太湖流域河湖水系的演变,苏州河防汛墙的防御对象发生了明显变化^[1-2]。苏州河经历了从有岸无墙、潮水漫溢,到两岸建墙挡潮,再到河口建闸挡潮 3 个阶段,形成了苏

基金项目:水利部公益性行业科研专项(201001069)

作者简介:徐贵泉(1965—),男,江苏如东人,教授级高级工程师,博士,主要从事水务(海洋)规划设计与环境水力学研究。E-mail: xugq1123@126.com

州河中心城区段原防汛墙顶高程从河口至真北路桥自东向西呈阶梯性的下降变化5.80~5.05 m。河口水闸的建成,使苏州河防汛墙的功能由防潮为主转变为防御洪涝为主。

根据2008年国务院批准的太湖流域防洪规划,太湖流域防洪标准远期(到2025年)达到100年一遇,该标准相应的上游增量洪水的下泄,将直接抬高苏州河行洪通道的水位,为了保障苏州河的防洪除涝安全,规划明确东太湖分洪吴淞江(苏州河)行洪路径为吴淞江—蕰藻浜—罗蕰河—新川沙河,东出长江口。东太湖吴淞江行洪规划工程的实施,使苏州河防汛墙的功能由防御洪涝为主转变为防御涝水为主。

苏州河两岸排涝(水)泵站的规划建设将会加大苏州河的防汛排涝压力。为了巩固、提高和完善苏州河水系的防汛除涝安全保障体系,规划要重点加强苏州河两翼地区的排涝能力建设,苏州河沿线两岸的排水(涝)泵站总流量将从2006年的368 m³/s提高到660 m³/s,势必会直接影响苏州河的设计高水位。

2 太湖流域与苏州河水系水文水动力模型

为了确定苏州河沿线设计高水位,采用水文概率统计和水力模型计算相结合的方法,与太湖流域河网水文水动力模型相衔接(图1),依托1:500~1:2000的上海高精度数字地图,提取水系,加密概化河网(图2),更新建立基于数字河网的苏州河水系水文水动力模型,提高模型输入数据精度,并重点拓展和细化模型对降雨产汇流、水利工程调度以及泵站集中入流和小区分散入流的模拟功能。在模型历史率定、验证的基础上,再利用1999年6—8月梅雨期和

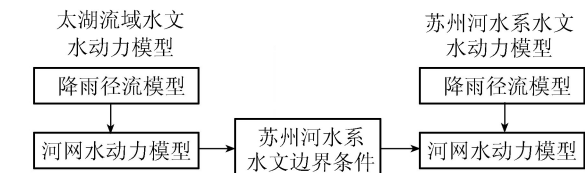


图1 太湖流域与苏州河水系嵌套的河网水文水动力模型

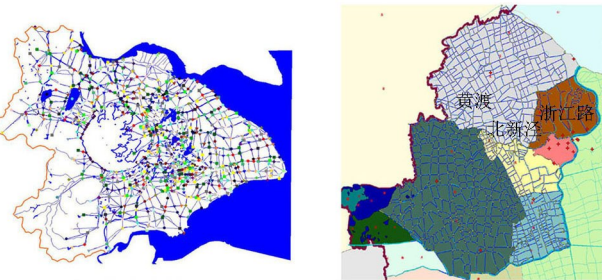


图2 太湖流域及苏州河水系水文水动力模型概化河网

2005年8月“麦莎”台风期间的雨情、水情以及防汛调度的同步实测资料,进一步验证该模型^[3-8]。通过对苏州河及其两翼地区19个代表断面水位、4个代表断面流量的验证计算,各验证代表断面的水位或流量的计算值与实测值吻合较好,满足苏州河沿线设计高水位研究的精度要求,表明该模型能够真实反映苏州河水系在各种复杂影响因素条件下的水流运动变化规律,可用于苏州河沿线高水位分布规律研究。限于篇幅,仅给出1999年7月苏州河代表断面的模型率定验证图,见图3。

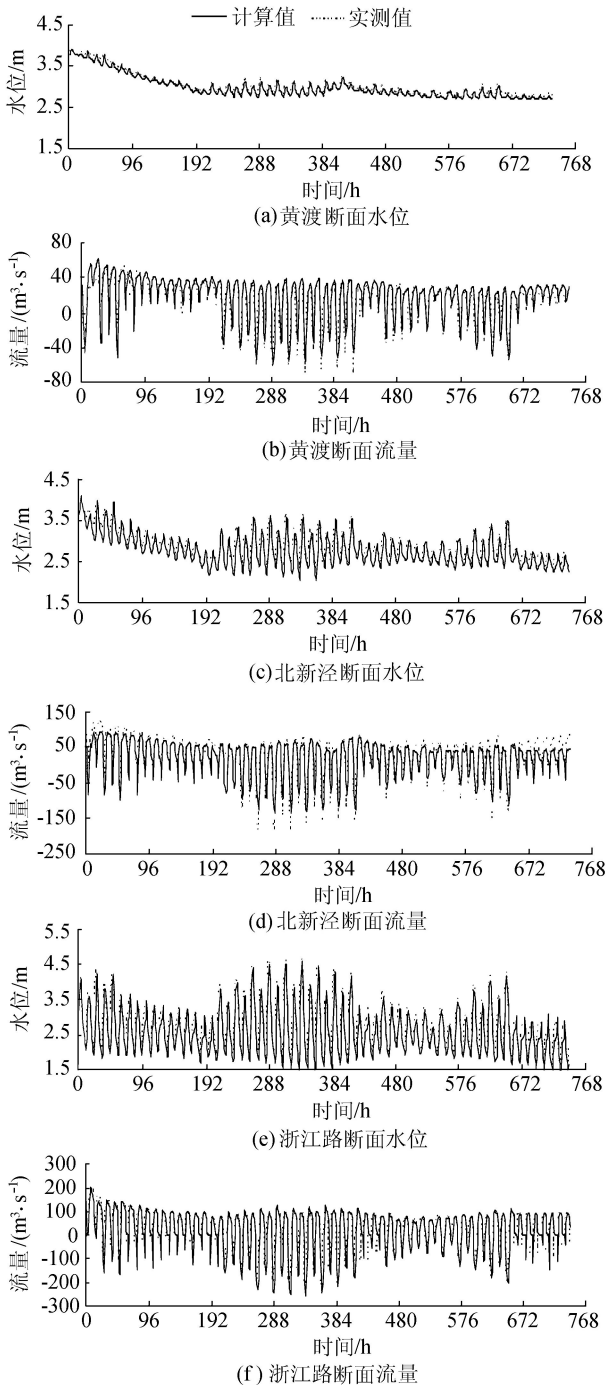


图3 苏州河代表断面1999年7月水位、流量率定验证结果

3 单因素水情影响下的苏州河高水位

苏州河水系遇到设计标准的洪水、涝水或高潮单因素影响水情时,不论是现状工况还是近、远期规划工况,苏州河的高水位均可控制在 4.60 m 以下,相应高水位出现在苏州河中游河段新槎浦至华漕港之间。

4 历史典型年不利水情下的苏州河高水位

以苏州河水系历史上实际发生的降雨量较大或下游潮位较高或上游洪水位较高的 1977 年、1981 年、1997 年和 1999 年 4 个典型年水情作为历史不利水情,以确保苏州河水系防汛安全为目标,采用相应科学合理的防汛安全调度方案,模拟计算分析其在远期规划工况条件下可能出现的苏州河最高水位。

4.1 台风暴雨涝水典型年——1977 年

1977 年 8 月水情为台风暴雨涝水主导水情,苏州河以北地区发生了历史罕见特大暴雨,最大 24 h 面雨量超过 410 mm,达 500 年一遇标准,苏州河以南地区普降暴雨,最大 24 h 暴雨量约 70 mm,接近 2 年一遇标准;同期,苏州河上游周巷站最高水位为 3.53 m,下游黄浦公园站高潮位为 3.85 m,不到 1 年一遇的高潮位标准。从这场特大暴雨的分布看,苏州河以北地区雨量特别大而南部雨量很小,因此,应考虑在青松片和淀北片防汛安全允许的前提下,实施向苏州河以南地区分流排涝的防汛安全调度,此时苏州河沿线瞬时最高水位为 4.54 m,其位置出现在中游河段华漕港附近。

4.2 台风高潮中雨典型年——1981 年

1981 年 8 月底 9 月初水情为台风高潮中雨水情,苏州河下游黄浦公园站实测高潮位为 5.22 m,接近 20 年一遇的高潮位标准;同期,苏州河两翼地区最大 24 h 面雨量在 14.8 ~ 24.0 mm 之间,小于半年一遇标准;上游也无洪水,周巷站最高水位为 2.92 m,属于正常水位。此时苏州河沿线瞬时最高水位为 3.10 m,其位置出现在下游河口附近。

4.3 台风高潮暴雨典型年——1997 年

1997 年 8 月水情为台风高潮暴雨水情,苏州河下游黄浦公园站实测高潮位为 5.72 m,达到了 100 年一遇的高潮位标准;同期,苏州河两翼地区普降暴雨,最大 24 h 的面雨量在 64.1 ~ 119.3 mm 之间,相当于 2 年一遇标准;上游周巷站最高水位为 3.20 m。此时苏州河沿线瞬时最高水位为 4.52 m,其位置出现在河口附近,较高水位分布在长寿路桥至河口之间。

4.4 洪水暴雨涝水典型年——1999 年

1999 年 6—7 月水情为流域洪水、区域大暴雨涝水水情,太湖流域发生 100 年一遇洪水,苏州河上游周巷站实测最高洪水位达 4.00 m,创历史最高;同期,苏州河两翼地区普降大暴雨,最大 24 h 面雨量在 119.0 ~ 171.6 mm 之间,接近 10 年一遇标准;下游黄浦公园站高潮位为 4.26 m,接近 1 年一遇的高潮位标准。此时苏州河沿线瞬时最高水位为 4.24 m,其位置出现在上游老吴淞江附近,较高水位分布在东大盈至华漕港之间。

由此可见,不同水情影响下的苏州河沿线高水位分布规律为:洪水影响下高水位出现在上游河段;涝水影响下高水位出现在中游河段;高潮影响下实施河口闸挡潮,苏州河可保持常水位;洪、涝水情影响下高水位出现在中上游河段;涝、潮及洪涝潮水情影响下高水位出现在下游河段。对苏州河最高水位影响程度的排序从大到小为洪涝潮、涝潮、洪涝遭遇水情。

5 苏州河沿线设计高水位

苏州河沿线设计高水位研究以苏州河环境综合整治规划和太湖流域防洪规划为指导,适应太湖流域防洪标准远期达到 100 年一遇的新要求,服从流域行洪“北排长江、南排杭州湾、东出黄浦江”的新格局,与相关专业规划相协调,从影响苏州河高水位的洪、涝、潮、控等要素着手,遵循蓄泄兼顾、洪涝兼治、量质并重、综合治水的原则,统筹防洪除涝安全保障、水环境改善和水景观建设。通过调查研究、理论分析、模型验证和方案设计,应用太湖流域与苏州河水系嵌套的河网水文水动力模型(图 1),针对不同的雨情、水情和工情,采用不同的调度方案,远近结合、系统研究、优化方案,掌握各种可能条件下的苏州河沿线最高水位分布变化;优化提出苏州河的设计高水位,为苏州河两岸防汛墙改造和底泥疏浚工程提供关键技术支撑和科学依据。

分析上海历史不利雨情和水情影响以及洪、涝、潮遭遇的可能性,统筹兼顾太湖流域防洪规划标准近期达到 50 年一遇、远期达到 100 年一遇以及区域除涝规划标准达到 20 年一遇的要求,结合上海雨情、水情和工情特点,确定近、远期苏州河规划设防标准水雨情,即近期采用流域 50 年一遇洪水组合区域 20 年一遇涝水(1963 年雨型及相应潮型)作为规划标准水雨情条件,远期采用流域 100 年一遇洪水组合区域 20 年一遇涝水(1963 年雨型及相应潮型)作为规划标准水雨情条件;再系统研究出现状及规划近、远期工况条件下的苏州河设计高水位。

5.1 现状工况条件下的苏州河设计高水位

苏州河水系在现状防洪除涝设施布局和规模条件下,苏州河沿线两岸的排水(涝)泵站总流量为368 m³/s,苏州河现状设计高水位为4.60 m,出现在苏州河中游新槎浦至封浜之间的河段(长约5.14 km)。苏州河现状设计高水位超过4.50 m的河段总长度约为24.64 km,分布在华东师范大学至安亭新镇之间的河段。

5.2 规划近期工况条件下的苏州河设计高水位

在规划近期工况条件下,苏州河沿线两岸的排水(涝)泵站总流量为558 m³/s,苏州河近期规划设计高水位为4.79 m,出现在苏州河中游许浦港至封浜之间的河段(长约3.97 km);苏州河近期规划设计高水位超过4.70 m的河段总长度约为26.18 km,分布在长风公园至蕰西闸之间的河段;苏州河近期规划设计高水位超过4.60 m的河段总长度约为35.46 km,分布在华东政法大学至矮浦港之间的河段。

5.3 规划远期工况条件下的苏州河设计高水位

在规划远期工况条件下,太湖流域东太湖吴淞江分洪工程已经实施完成,苏州河沿线两岸的排水(涝)泵站总流量将达到660 m³/s,苏州河远期规划设计高水位为4.77 m,出现在苏州河中游河段许浦港附近;苏州河远期规划设计高水位超过4.70 m的河段总长度约为16.61 km,分布在长风公园至沪宁高速路桥之间的河段;苏州河远期规划设计高水位超过4.60 m的河段总长度约为24.24 km,分布在华东政法大学至黄渡镇之间的河段。现状及规划近期和远期工况条件下的苏州河沿线设计高水位分布如图4所示,图中零点为上海境内的苏州河上游起点位置,距离53.1 km处为苏州河下游河口位置。

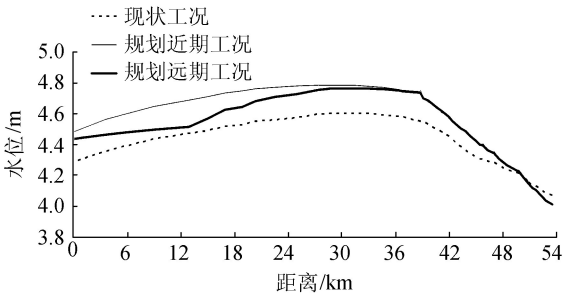


图4 现状及规划近期和远期工况条件下的苏州河设计高水位分布变化

6 结 论

a. 苏州河经历了从有岸无墙、潮水漫溢,到两岸建墙挡潮,再到河口建闸挡潮3个防汛阶段,随着

流域与区域防洪除涝安全保障体系的建设完善,苏州河防汛墙的功能将由防潮为主转变为防涝为主。

b. 与太湖流域河网水文水动力模型相衔接,研究建立和完善了基于数字河网的苏州河水系水文水动力模型,取得了苏州河水系代表断面的水位或流量计算值与其实测值吻合较好的结果,表明该模型可用于苏州河沿线高水位分布规律的研究。

c. 采用水文概率统计和水力模型计算相结合、原型实测与数学模型相结合的方法,系统研究了苏州河高水位的沿程分布特征,得出苏州河水系遭遇历史典型年不利水情,洪、涝、潮单一水情以及洪涝、洪潮、涝潮、洪涝潮组合水情影响下的苏州河高水位分布规律。

d. 研究提出现状及规划近期和远期工况条件下的苏州河沿线设计高水位分别为4.60 m,4.79 m,4.77 m,为确定苏州河两岸防汛墙顶高程、实施苏州河两岸防汛墙改造和底泥疏浚工程提供了关键技术支撑和重要基础依据,也为开展黄浦江河口挡潮闸的设防标准和闸孔规模研究提供了关键的技术方法。

参考文献:

[1] 郑祖安. 上海历史上的苏州河[M]. 上海:上海社会科学院出版社,2006.

[2] 上海市苏州河环境综合整治领导小组办公室. 上海市苏州河环境综合整治科技资料汇编[R]. 上海:上海市水利局,2003.

[3] 徐祖信. 河流污染治理技术与实践[M]. 北京:中国水利水电出版社,2003.

[4] 褚君达,张永春,胡孟春,等. 城市人工水体水环境生态效应与保护[M]. 北京:科学出版社,2008.

[5] 董增川,胡文杰,梁忠明,等. 城市人工水体综合效应与调控[M]. 北京:科学出版社,2008.

[6] 徐贵泉,陈庆江,陈长太,等. 吴淞江分洪对上海防洪除涝影响及其对策研究[J]. 城市道桥与防洪,2007,(5):193-195.

[7] 徐贵泉,陈长太. “麦莎”台风对苏州河水位影响分析[J]. 城市道桥与防洪,2007(4):19-22.

[8] 徐贵泉,陈庆江,陈长太,等. 苏州河沿线设计高水位研究[R]. 上海:上海市水务局,2006.

[9] 徐贵泉,林卫青,张善发,等. 苏州河环境综合整治二期水务工程环境效益研究[R]. 上海:上海市水务规划设计研究院,2004.

[10] 徐贵泉,宋德蕃,黄士力,等. 感潮河网水量水质模型及其数值模拟[J]. 应用基础与工程科学学报,1996,4(1):94-105.

(收稿日期:2012-02-21 编辑:熊水斌)