

新孟河延伸拓浚工程首次防洪排涝 调度效益分析

鲍建腾¹, 唐 仁², 刘 涛^{1,3}

(1. 江苏省水旱灾害防御调度指挥中心, 江苏 南京 210029;
2. 江苏省太湖水利规划设计研究院有限公司, 江苏 苏州 215106; 3. 江苏省灌溉总渠管理处, 江苏 淮安 223200)

摘要:新孟河工程在防御台风“烟花”期间首次调度运用,行洪历时 12 d,外排洪水 5 500 万 m³,有效提高了流域和区域的防洪排涝能力,减轻了太湖湖西地区以及大运河防洪压力,发挥了巨大防洪排涝效益。在总结新孟河工程调度运用的启用背景的基础上,深入进行了启用效益分析,并研究提出相关优化运用对策与建议。

关键词:防洪;台风;调度;新孟河

中图分类号:TV851 文献标识码:B 文章编号:1007-7839(2021)11-0057-04

Benefit analysis of the first flood control and drainage scheduling in Ximmeng River Extension and Dredging Project

BAO Jianteng¹, TANG Ren², LIU Tao^{1,3}

(1. Flood and Drought Disaster Prevention and Control Center of Jiangsu Province, Nanjing 210029, China;
2. Jiangsu Taihu Planning and Design Institute of Water Resources Co., Ltd., Suzhou 215106, China;
3. General Irrigation Canal Management Office of Jiangsu Province, Huai'an 223200, China)

Abstract: The Ximmeng River Project was first operated during the defense of typhoon fireworks. The flood lasted for 12 days and 55 million m³ of flood was discharged, which effectively improved the flood control and drainage capacity of the basin and region, reduced the flood control pressure in the west of Taihu Lake and the Grand Canal, and played a huge flood control and drainage benefit. On the basis of summarizing the background of the operation of the Ximmeng River Project, the benefit analysis of the operation was carried out in depth, and the relevant optimization countermeasures and suggestions were put forward.

Key words: flood control; typhoon; scheduling; Ximmeng River

新孟河延伸拓浚工程(以下简称“新孟河工程”)是太湖流域骨干引排工程之一,主要任务是改善太湖和湖西地区的水环境,提高流域和区域的防洪排涝标准,增强流域和区域的水资源配置能力,同时兼顾地区航运^[1]。新孟河工程具备通水条件

后,太湖“两进三出”新格局基本形成。2021 年 7 月台风“烟花”对全省造成严重风雨影响,防汛抗台形势严峻复杂,及时调度启用新孟河工程北排区域洪涝水,为抗御台风造成的区域洪涝灾害做出了巨大贡献。

收稿日期:2021-08-28

作者简介:鲍建腾(1989—),男,硕士,主要从事水利调度管理工作。E-mail:1136428285@qq.com

1 工程概况

新孟河工程位于湖西区,北起长江,自大夹江向南新开河道接老新孟河,沿老新孟河拓浚至京杭运河,过京杭运河后新开河道向南延伸至北干河,拓浚北干河连接洮湖、溇湖,拓浚太溇运河和漕桥河入太湖,河道全长 116.47 km。工程在入江口处新建界牌水利枢纽,在新孟河与京杭运河交汇处新建奔牛水利枢纽;在太溇运河北侧的武宜运河上新建牛塘水利枢纽,在太溇运河与锡溇漕河交汇处北侧的锡溇漕河上新建前黄水利枢纽。

界牌水利枢纽节制闸设计引水及排水流量均为 $745 \text{ m}^3/\text{s}$ 、泵站规模为引排双向 $300 \text{ m}^3/\text{s}$;奔牛水利枢纽穿京杭运河立交地涵设计引水流量 $565 \text{ m}^3/\text{s}$,设计排水流量 $498 \text{ m}^3/\text{s}$;节制闸沟通京杭运河与新孟河北段,设计排水流量为 $128 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

新孟河主河道工程于 2018 年 11 月全面开工建设,截至 2021 年 8 月底,主河道工程界牌水利枢纽、奔牛水利枢纽已基本建成。目前,新孟河工程河道已全线通水,具备动力引江能力。

2 启用背景

第 6 号台风“烟花”于 2021 年 7 月 24 日凌晨开始影响江苏,带来长时间超强风力和巨量降雨,叠加上游过境洪水,多地水位发生超警超保。太湖地区累计 17 条河流 28 个站点水位超警,占比 97%,最大超警幅度 $0.25 \sim 1.20 \text{ m}$ 。台风期间,暴雨内涝与超强风暴潮叠加,7 月 24 日起,长江镇江以下河段高潮位全线超警,最高潮位超警 $0.77 \sim 0.84 \text{ m}$ 。

为做好台风“烟花”防范应对提前预降河网水位,2021 年 7 月 21 日下达调度指令要求沿江主要口门停止引水转为排水,21—24 日累计排水 1.23 亿 m^3 ,预降河网水位 $0.15 \sim 0.77 \text{ m}$ 。2021 年 7 月 24 日起,根据水利部太湖流域管理局《关于做好“烟花”台风强降雨防御工作的通知》和《关于进一步加强太湖流域水利工程排水的通知》等要求,启用新孟河工程界牌、奔牛枢纽参与排水;太湖地区其他沿江水利工程,于 2021 年 7 月 24 日 11 时起启用闸泵联合运行全力排水;7 月 31 日,调度奔牛枢纽节制闸关闭,地涵视上下游水情适时开启,北排洮湖地区涝水;8 月 3 日,调度界牌枢纽泵站停止运行,节制闸乘潮排水;8 月 4 日,调度界牌枢纽节制闸停止排水,奔牛枢纽地涵关闭。至此,新孟河工程首次启用行洪历时 12 d,外排洪水 $5\,500 \text{ 万 m}^3$,

有效提高了流域和区域的防洪排涝能力,减轻了太湖湖西地区以及大运河防洪压力,发挥了巨大效益。

3 新孟河工程首次启用效益分析

3.1 分析计算模型

新孟河工程效益分析采用河海大学开发的太湖流域水文水动力模型进行计算,模型由降雨径流模型和河网水动力模型两部分组成^[2],计算范围为整个太湖流域,面积 $36\,895 \text{ km}^2$ 。

3.1.1 降雨径流模型

降雨径流模型分为产流与汇流两部分。

(1) 产流计算

根据太湖流域不同区域地貌特征和产流特性,将全流域分为平原区、湖西山丘区和浙西山区分别计算产流。平原区和湖西山丘区产流根据不同下垫面类别,按水面、水田、旱地和城镇 4 类下垫面计算产水。浙西山丘区产流采用三水源、三层蒸发模式的新安江模型进行模拟。

(2) 汇流计算

平原区汇流计算分圩内和圩外,其中圩内汇流考虑排涝模数限制,圩区产生的净雨深超过圩区排涝模数的部分滞蓄在圩内,并根据次日的净雨深情况,判别是否能全部或部分排出;圩外日净雨按照 40%、40%、20% 过程分配,分 3 d 汇入河网。湖西山丘区汇流计算采用综合单位线法,浙西山丘区汇流计算采用新安江模型进行模拟。

3.1.2 河网水动力模型

河网水动力模型采用一维非恒定流动的基本方程组——圣维南方程组来模拟河网水流运动。以降雨径流模型计算得到的山丘区流量、圩内外净雨深,结合典型年实测潮位边界,在平原河网和水利工程概化的基础上,模拟一维河网水流运动情况。描述水流在棱柱形明渠中一维非恒定流动的基本方程组为圣维南方程组,即

连续方程:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A_T}{\partial t} = q_L \quad (1)$$

动力方程:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\alpha \frac{Q^2}{A} \right) + gA \frac{\partial Z}{\partial x} + gA \frac{1}{K^2} \frac{Q|Q|}{K^2} = q_L v_x \quad (2)$$

式中: x 、 t 分别为距离和时间; Q 、 A 、 A_T 、 Z 分别为河道断面流量、过水面积、调蓄水面积和水位; α 为动量修正系数; K 为流量模数; q_L 为单宽旁侧入流,入流为正、出流为负; v_x 为入流沿水流方向的速度,若

旁侧入流垂直于主流,则 $v_x = 0$ 。

模型采用四点隐式直接差分法离散求数值解。

3.1.3 概化河网及计算边界

模型河网概化范围为流域平原区,共概化河道 1 885 条,节点 1 453 个,控制建筑物 337 座,调蓄节点 72 个;有边界条件的河道 127 条,其中外江、海潮位边界 60 条,环太湖水位边界 43 条,山区入流流量边界 20 条,其它流量边界 4 条。概化河道以外的调蓄作用及概化河道沿程汇入或取水量通过概化河道附加宽度及沿程出入流量模拟。

流域下垫面数据归为水面、水田、旱地、城镇四大类。沿长江、沿杭州湾潮位边界根据典型年的实测潮位资料,利用单位潮位过程线推算各潮位站的整点潮位过程,再根据沿长江及杭州湾各概化河道出口与各潮位站的相对距离,用拉格朗日三点插值得各河口的潮位边界。

太湖流域产汇流计算技术路线见图 1。

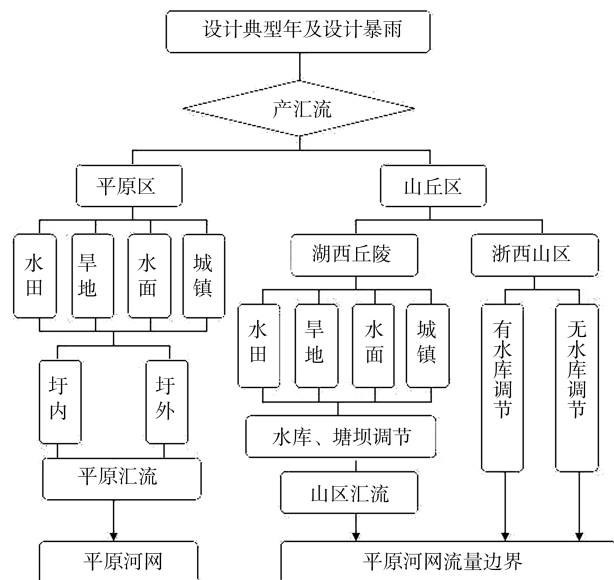


图 1 太湖流域产汇流计算技术路线

3.2 防洪效益分析

据统计,新孟河界牌枢纽首次启用连续排水 12 d,累计排水 5 500 万 m^3 ,占太湖湖西区沿江水利工程总排水量的 21%。湖西区河网水位造峰时段内(7 月 25—28 日),新孟河界牌枢纽共排水 2 600 万 m^3 ,占湖西区沿江水利工程总排水量的 32%;其中利用泵站抽排水量达 2 400 万 m^3 ,占湖西区沿江泵站抽排水量的 44%。台风“烟花”过境期间,适逢天文大潮,受长江高潮位顶托影响,沿江节制闸排水能力得不到充分发挥,新孟河界牌枢纽泵站的启用对加快区域洪水排江、降低河网水位起到了关键作用。

湖西区河网水位造峰时段沿江水利工程排水量统计见表 1。

根据太湖流域模型分析计算,由于新孟河工程的运用,苏南运河湖西区段丹阳站、九里站、常州(三)站水位峰值分别降低 4 cm、11 cm、4 cm,水位超警戒持续时间丹阳站、常州(三)站均减少 2 h,九里站减少 9 h(统计时段 7 月 24—31 日)。新孟河运北段与十里横河、浦河交叉口处水位峰值均降低 24 cm,湖西区代表站点洮湖王母观站、漏湖坊前站水位峰值均降低 4 cm。

4 优化运用对策与建议

根据规划,新孟河工程建成后,遇 1991 年型洪水,涨水期北排湖西区洪涝水约 8 亿 m^3 入长江;遇 1971 年型枯水,引长江水 39.8 亿 m^3 ,入太湖 21.4 亿 m^3 ,湖西区可分配 18.4 亿 m^3 。工程对保障太湖地区防洪和供水安全,改善水生态环境,促进经济社会发展具有至关重要的作用。因此,优化新孟河运行,充分发挥其综合效益,意义重大。

4.1 进一步提升工程能力

工程是调度的根本抓手。新孟河工程为湖西区河湖安澜奠定了坚实基础,工程的首次启用,及时分担了湖西区洪涝水北排的任务,同时减轻了大运河沿线地区防汛抗洪的压力。界牌枢纽、奔牛枢纽联合运行,拉动洮湖腹部北片区域涝水穿过运河北排长江,减少了区域洪水汇入太湖。建议加快河道工程建设,尽快完成水下方疏浚,分析跨河建筑防洪影响,复核实际过流能力,充分发挥河道行洪纳洪能力。

4.2 进一步完善调度方案

方案是调度的主要依据,新孟河工程调度运行十分复杂。工程布局方面,除界牌、奔牛枢纽等主河工程外,还有牛塘、前黄枢纽等 28 处支河口门控制建筑物;协调调度方面,新孟河工程的规划功能与调度目标需要与谏壁、九曲河、新沟河等枢纽联合调度运行来实现。当前,流域内工情变化较大,流域调度方案《太湖洪水与水量调度方案》以及区域调度方案《苏南运河区域洪涝联合调度方案(试行)》等均亟需修订^[3],建议尽快开展新孟河工程调度方案编制研究,实现新孟河的整体调度和区域工程的协同调度。

4.3 进一步强化信息采集

监测是调度的重要支撑,信息是精准调度决策的基础保障^[4]。新孟河工程首次启用期间,临时布

表 1 湖西区河网水位造峰时段沿江水利工程闸、泵排水量统计

日期	闸泵排水量			泵站抽排水量		
	新孟河/万 m ³	湖西区/万 m ³	占比/%	新孟河/万 m ³	湖西区/万 m ³	占比/%
7 月 25 日	180	747	24	180	654	28
7 月 26 日	313	916	34	313	812	39
7 月 27 日	589	692	85	589	589	100
7 月 28 日	1500	5637	27	1317	3391	39
合计	2582	7992	32	2399	5446	44

置了工程运行状态信息采集、河道过流信息采集任务,对重点河段进行了临时应急测流。建议加快水文监测点的科学合理布设,在节点工程和河湖交汇处部署监测任务。同时,加强水文监测新设备、新技术运用,实现信息实时采集在线查询,以更精确可靠的数据信息支撑新孟河工程优化调度。

参考文献:

[1] 朱勇. 调水引流工程改善太湖流域水环境效果研

究——以新孟河延伸拓浚工程为例[J]. 人民珠江, 2014, 35(4):37-40.

[2] 吴娟,林荷娟,季海萍,等. 城镇化背景下太湖流域湖西区汛期入湖水量计算[J]. 水科学进展, 2021, 32(4):577-586.

[3] 张春松,宋玉,陶娜麒,等. 江苏省苏南运河沿线地区联合调度实践与思考[J]. 中国防汛抗旱, 2018, 28(3):4-6.

[4] 辛华荣. 优化行业管理强化支撑保障全力推动江苏水文高质量发展[J]. 中国水利, 2021(11):27-28.

(上接第 34 页)

6 结 语

由于大运河是仍在使用的水利工程,在保护和利用之间存在矛盾。相关部门未给予足够重视,部分人员遗产保护意识淡薄导致许多古代水利工程遗产被破坏、拆毁,遗产附近盲目改建和私搭乱建的情况时有发生,这也暴露了我国对于遗产保护宣传及知识普及不到位的事实。

6.1 增强传承保护水工遗产的意识

水利工程遗产是水文化的重要载体,也是传承、利用、保护水文化的重要抓手,水利人要充分认识水工遗产传承保护工作的重要性。在水利工程建设中,要增强对水工遗产保护与传承的意识,层层落实保护责任,有序开展水利工程遗产保护与传承工作。

6.2 把水工遗产保护贯穿水利建设的全过程

出台对水工遗产的鉴别判定方案,要围绕传承保护,制定水工遗产除险加固方案,将遗产利用与保护融入到水利工程规划与设计,提升工程文化品味,体现地域特色,维护遗产历史的真实性、功能

的延续性、兼顾风貌的完整性。

6.3 打造文化底蕴更加深厚的水利工程

结合水工遗产的历史价值、科技价值、文化价值和社会价值,增建展示宣传手段,建立管理体系,改善遗产存续环境,让古人治水智慧、理念、价值得到展示,与现代治水理念融合,使水利行业的公共文化产品更加丰富,治水文化、治水精神得到广泛认同,真正达到传承、保护、利用的效果。

参考文献:

[1] 中共中央办公厅、国务院办公厅. 大运河文化保护传承利用规划纲要[R]. 北京:中共中央办公厅、国务院办公厅, 2019.

[2] 江苏省人民政府. 江苏省大运河文化保护传承利用实施规划[R]. 南京:江苏省人民政府, 2020.

[3] 扬州市发展和改革委员会. 大运河扬州段文化保护传承利用实施规划——建成大运河文化保护传承利用示范城市[R]. 扬州:扬州市发展和改革委员会, 2019.

[4] 刘日昊. 水利遗产保护与开发研究[D]. 南昌:江西财经大学, 2018.