

DOI:10.16867/j.issn.1673-9264.2024067

杨富宝, 胡庆芳, 徐迎春, 等. 巢湖流域洪涝灾害形势与治理对策[J]. 中国防汛抗旱, 2024, 34(3): 16-22. YANG Fubao, HU Qingfang, XU Yingchun, et al. Flood disaster and management strategies in the Chaohu Basin[J]. China Flood & Drought Management, 2024, 34(3): 16-22. (in Chinese)

巢湖流域洪涝灾害形势与治理对策

杨富宝¹ 胡庆芳^{2,3} 徐迎春¹ 苏鑫²

(1. 安徽省水利水电勘测设计研究总院股份有限公司, 合肥 230088;

2. 南京水利科学研究院水灾害防御全国重点实验室, 南京 210029; 3. 长江保护与绿色发展研究院, 南京 210098)

摘要: 巢湖流域是安徽省经济最发达、人口最密集和现代化进程推进最快的地区之一, 在长江三角洲区域一体化发展战略中具有重要地位。但受地形条件、气候特征和江湖关系等共同影响, 巢湖流域洪涝灾害多发频发。为进一步提升巢湖流域防洪能力和保护地区经济发展, 系统梳理了巢湖流域历史洪涝灾害情况和现状防洪工程布局, 对巢湖2020年大洪水事件及其防御应对情况进行了回顾性分析, 详细总结了当前流域洪涝灾害应对面临的问题, 剖析了流域的发展形势, 提出了加快流域洪涝灾害治理进程、提升流域韧性的思路与综合对策。

关键词: 巢湖流域; 洪涝灾害; 2020年大洪水; 综合对策

中图分类号: P426.616; TV87

文献标识码: A

文章编号: 1673-9264(2024)03-16-07

0 引言

巢湖地处安徽省中部、长江下游左岸, 是我国五大淡水湖之一, 湖面面积约780 km²; 因其东西两头向北弯曲、中部向南伸展呈凹字形, 形似鸟巢, 故而得名。巢湖流域面积13 486 km², 是安徽省最具实力、最具活力、最具潜力的经济板块之一, 在长江三角洲区域一体化发展战略中也具有重要地位。然而受本地暴雨、地形条件和长江洪水顶托等影响, 巢湖流域历史上饱受洪涝侵袭之痛, 人民生命财产安全受到严重威胁, 经济社会可持续发展面临制约。继1954年、1983年、1991年、2016年等大水后, 2020年巢湖再次发生流域性特大洪水, 巢湖最高洪水位达到了13.43 m, 突破了1991年历史实测极值水位12.80 m和100年设计洪水水位13.36 m, 汛情十分严峻。在回顾2020年巢湖流域超标洪水过程及其防御应对的基础上, 针对流域现状防洪工

程布局, 梳理巢湖流域防洪形势与存在的问题, 提出新形势下的防洪思路与对策, 对加快流域防洪治理进程、筑牢防洪安全底线、保障全省高质量发展具有重要意义。

1 流域及洪涝概况

1.1 流域基本概况

巢湖流域位于东经117°00'—118°29'、北纬30°56'—32°02'。流域属亚热带季风气候, 多年平均降水量约1 120 mm, 汛期6—9月降雨量约占全年的60%。按地形特征, 全流域可分为山丘区、平原圩区和湖区, 分别占总面积的69.4%、24.6%和6.0%。流域内河流众多, 其中巢湖上游流域面积9 153 km², 入湖大小河流共34条, 集水面积最大为杭埠河, 其次为南淝河, 均呈放射状汇入巢湖; 巢湖闸下流域面积4 333 km², 主要河流有裕溪河、牛屯河、西河等。

收稿日期: 2024-03-04

第一作者信息: 杨富宝, 男, 高级工程师, E-mail: 14826140@qq.com。

基金项目: 国家重点研发计划课题(021YFC3000105); 国家自然科学基金项目(52309026); 中央级公益性科研院所基本科研业务费项目(Y523005、Y523007)。

在行政区划上,巢湖流域涉及合肥、芜湖、六安、马鞍山和安庆5市的16个县级行政单元,2020年常住人口约1 150万人、耕地约42万 hm^2 、国内生产总值约11 306亿元。巢湖流域以9.7%的国土面积、16.1%的人口,贡献了安徽省29.2%的经济总量。巢湖流域内的合肥市是安徽省省会和全省政治、经济、文化、金融、交通等中心,其面积和人口分别占巢湖流域的51.7%、76.4%,2020年GDP已突破万亿元大关。

1.2 历史洪涝灾害

巢湖流域地形特殊、江湖交织、暴雨多发,历史上经常发生严重的洪涝灾害,大部分城镇和圩区处于洪水威胁之下。洪涝灾害程度和巢湖高水位主要取决于暴雨量级、时空分布和洪水蓄泄条件等,即与最大30 d暴雨及其相应的巢湖及圩口蓄洪、长江水位、行洪通道工况等因素有关。新中国成立以来,巢湖流域发生较大洪涝灾害18次,平均3~5年1次,其中以1954年、1969年、1983年、1991年、1998年、2016年和2020年灾情最为严重。巢湖流域洪水大致可分为以下3类。

(1)外高内高。即长江水位高,巢湖流域雨量大,巢湖入湖洪峰流量与长江最高水位完全遭遇或部分遭遇。如1954年汛期,长江发生流域性特大洪水,巢湖全流域亦遭受暴雨袭击,内外水位并涨,无为大堤安定街堤段漫破,大量江水涌入西河,注入巢湖,巢湖最高水位达13.02 m;该年受灾面积28.49万 hm^2 、受灾人口230.52万人。2016年和2020年洪水情况与1954年情况类似,只是江湖洪水遭遇时机有所不同。

(2)外高内低。即长江水位高,但巢湖流域雨量不大。1983年、1996年、1998年和1999年洪水属于此情况,其中1983年、1999年巢湖入湖洪峰流量约3 000 m^3/s ,而1996年、1998年巢湖入湖洪峰流量不到3 000 m^3/s 。如1983年汛期,受长江上中游洪水影响,凤凰颈外江水位陡涨至14.55 m,巢湖水位于7月25日达到最高的12.15 m,超警戒水位时间长达136 d;该年巢湖流域受灾面积14.45万 hm^2 、受灾人口208.16万人。

(3)外低内高。即长江水位低于12.00 m,排江条件好,但巢湖流域雨量大,1969年、1991年洪水属于此情况。虽然流域内部洪涝能部分自排,但亦可成灾,如1969年,巢湖流域自7月初开始连降暴雨,上游山洪暴发、河湖水位急剧上涨;该年流域受灾面积达15.07万 hm^2 、受灾人口179万人。

1991年巢湖流域汛期累计雨量1 805 mm,最大入湖洪峰流量达9 200 m^3/s ,巢湖水位最大1 d上涨0.48 m;该年溃破大小圩口500多个,洪水淹没面积超5.3万 hm^2 ,内涝面积超6万 hm^2 ,工农业直接损失达48.5亿元。

1.3 防洪工程布局

巢湖流域洪水与长江洪水遭遇复杂,滞洪、泄洪、蓄洪、排洪等防洪措施相互依存,巢湖闸闸上与闸下洪水调度和洪水安排矛盾尖锐。为兴利除害,新中国成立以来开展了多轮流域防洪治理规划。按照“蓄泄兼筹、以泄为主”的防洪治理方针和“上拦、下排、边分、固堤”的防洪工程布局,以“扩大泄洪通道、增设排洪泵站、开辟蓄洪圩口、加固干支堤防”为重点,建成了一大批防洪骨干工程,基本形成了以堤防为基础,分洪河道、排涝闸站、蓄滞洪区、水库相结合的防洪工程体系(图1)。上游地区建立了董铺、大房郢和龙河口等大型综合利用水库,防御山区洪水;中下游地区形成了环巢湖及南淝河、派河、裕溪河等主要河流的防洪堤圈;下游地区通过开挖牛屯河分洪道和建设巢湖闸、裕溪闸、凤凰颈新站等大型节制枢纽进行水流控制,同时临江加固了防御长江洪水的无为江堤、和县江堤。流域防洪工程体系在2016年、2020年等多次流域大水事件中发挥了重要作用,最大程度减轻了灾害损失,保障了流域社会经济发展大局稳定。

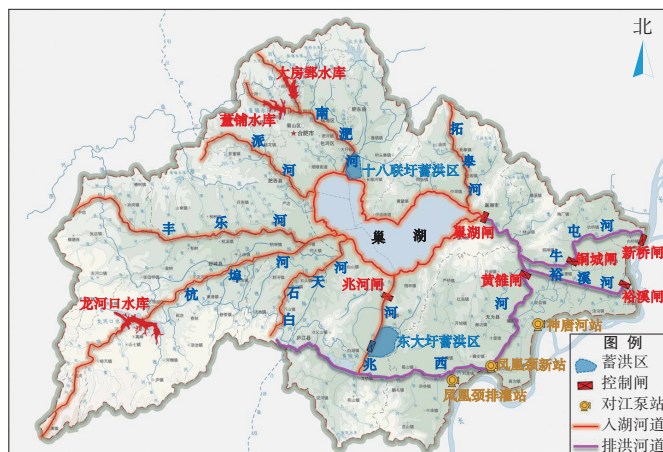


图1 巢湖流域骨干防洪工程布局

巢湖流域洪水蓄泄的基本原则为:充分发挥上游水库滞洪调峰、蓄洪削峰、蓄水灌溉、洪水拦蓄功能;依靠建设的高标准排洪通道,尽可能自流抢排水量;当排洪通道失去抢排机遇时,利用对江泵站排洪,解决洪水“关门淹”;在继续

争取抢排、机排和利用湖区调蓄的基础上,必要时启用蓄洪区蓄洪,及时分泄入湖超额洪水,以控制巢湖最高洪水位。

2 2020年大洪水及应对

2.1 2020年大洪水

2020年在长江发生流域性大洪水的背景下,巢湖流域遭遇超标准洪水。梅雨期巢湖流域共出现9次明显降雨过程,其中4次为暴雨过程。6月12—15日,流域大部遭遇暴雨,其中西河局部降大暴雨;6月20—23日,巢湖流域降大到暴雨;6月27—28日,流域大部降中到大雨,局部暴雨、大暴雨;7月10—19日,流域普降大暴雨,其中西部和中南部降特大暴雨。梅雨期(6月10日至7月31日)历时52 d,是正常年份的2倍多;全流域平均降雨量952.2 mm,是历史梅雨期平均值的3倍。近30年巢湖流域性洪水中,2020年梅雨量列第1位。巢湖流域最大1 d、3 d、7 d、30 d面雨量分别为148.0 mm、240.0 mm、318.0 mm、572.0 mm,在各典型年中居于前列(表1)。

表1 巢湖流域典型洪水年连续1 d、3 d、7 d、30 d最大降雨量

年份	mm			
	1 d	3 d	7 d	30 d
1954	127.6	173.5	228.3	629.5
1969	220.0	343.0	432.0	635.0
1983	67.0	100.0	200.0	407.0
1991	138.0	238.0	321.0	761.0
2016	191.0	304.0	401.0	609.0
2020	148.0	240.0	318.0	572.0

受持续强降雨影响,巢湖忠庙站最高水位达到13.43 m,位居历史实测洪水位第1位,超1991年实测最高洪水位0.63 m,超100年一遇洪水位0.07 m;流域内南淝河、丰乐河、兆河、西河、裕溪河、牛屯河等主要支流水位也全线超保证或超历史最高,除西河缺口站、无为站仅次于1954年历史最高水位外,其余各支流水位均居有资料以来首位。大房郢水库出现建库以来最高水位,龙河口、董铺水库水位接近建库以来最高水位。同期裕溪闸下长江水位达12.53 m,超过1991年的11.79 m;芜湖江段水位仅次于1954年的历史最高水位。故巢湖流域内洪与长江外洪遭遇情况较1991年更恶劣。受长江高水位顶托,巢湖对江主通道洪水行、泄极为困难,甚至一度中断。尽管流域内各闸站均全力抢排洪水,同时启用了东大圩蓄洪区分蓄洪水2.61亿 m^3 ,但

大洪水仍造成严重灾情。全流域共溃(漫)破及主动分洪圩口215个,其中千亩以上圩口90个(包括石大圩、滨湖联圩等万亩以上圩口11个),千亩以下圩口125个,全流域总蓄洪面积达431.2 km^2 、受淹面积591 km^2 。仅合肥市累计受灾人口就达94.8万人、转移安置群众23.9万人,农作物受灾面积1.01万 hm^2 ,受灾情影响企业582户,累计19条道路45处受阻,损坏房屋11.5万间,直接经济损失超过160亿元。

2.2 洪涝灾害应对

2020年汛期,安徽省长江、淮河、巢湖、新安江四大流域大洪水并发,汛情灾情历史罕见。根据汛情发展变化,安徽省防汛抗旱指挥部(以下简称省防指)及时启动了应急响应(图2)。其中,7月中旬,全省面临长江、巢湖、淮河“三线作战,南北夹击”的严峻局面,安徽省防指于7月18日启动了I级应急响应;7月下旬,防汛险情频发重发,为强化社会动员,省防指于7月25日12时宣布长江、巢湖等地区进入紧急防汛期。应急响应期间,安徽省在强化流域气象水文监测预报的基础上,协调合肥、芜湖、马鞍山等地,统筹实施“上拦、下排、边分、固堤”,全力应对超标准洪水,打赢了“巢湖保卫战”。



图2 2020年汛期安徽省防汛应急响应时间轴

(1)气象水文监测预报。气象部门针对巢湖等重点流域,在梅雨期开展精细化流域面雨量预报服务。通过卫星、雷达、智能网格预报和短时临近客观预报及延伸期预报等关键技术,建立了气象雷达探测数据快速循环同化预报系统,5次提前20 d以上成功预报了6月2日入梅以来出现的6次强降雨过程。气象部门还组建了巢湖气象服务组、专家服务组、技术支撑保障组、预警监控组等11个特别工作组,紧急调配便携式自动站17套,调集移动应急指挥车4部,利用3部风廓线雷达实施局地组网监测。合肥市气象局自7月17日起开展精细化预测,将天气预报由每天3次加密到每3小时1次,重大降雨过程加密到每小时1次,在空间上细化到主要街区、乡(镇)。

水文系统密切跟踪雨水情变化。针对巢湖流域主动、被动破圩多,入湖各支流水量不能有效掌握,影响巢湖精细化预报等监测预报难点,实施“以测补报”。梅雨期洪水中,安徽省水文局提前66 h预报长江干流将全线超警戒水位,7月18日提前84 h预报巢湖忠庙站水位将超保证水位,西河将全线超保证水位。其中7月19日凌晨提前76 h预报巢湖水位将会达到峰值逼近13.5 m,7月下旬退水阶段,在巢湖水位仍然处在超历史最高水位时就提前一个多月准确预计巢湖水位将于9月中旬落至警戒水位以下。合肥市城乡建设和住房保障局依托建成的下穿桥等易积水点高清视频监控摄像头214个、最低点积水监测预警设备83个、雨量站点27处、河道水位监测3处,施划下穿桥积水警戒线和警示标识,开展下穿桥、易涝点视频监控和积水监测,实现积水自动报警。

(2)水库调度运用。为了有效减轻巢湖洪水压力,针对巢湖闸上游入湖河流的降雨和洪水情况开展了精确测算和分析,据此制定了详细的水量拦截措施,以最大程度减少流入巢湖的水量。通过积极管理上游的大型水库,如龙河口水库、大房郢水库和董铺水库,采取了错峰蓄水措施,最大程度地截留了山区来水。龙河口水库达到了1.78亿 m^3 的最大蓄洪量,将入库最高流量4 810 m^3/s 降至最大下泄流量800 m^3/s ,实现了83%的削峰效果,使得巢湖水位下降了0.23 m。同时,董铺水库和大房郢水库削峰率分别达到了78.9%和67.4%,两者共同为巢湖减轻约0.1 m的水位,有效缓解了洪水对巢湖的影响。

(3)行洪通道调度运用。实时动态监测长江水位变化,联动调度巢湖各条泄洪通道,用足已有闸站设施,寻找一切机会,畅通排水通道,最大程度抢排巢湖洪水。通过对凤凰颈站抽排设施及裕溪闸的精确调节加速洪水排出,配合铜城闸、新桥闸协同作业,利用牛屯河进行分洪,有效加快了对外排洪的过程。截至9月11日,共向江中排泄洪水约78亿 m^3 。其中凤凰颈站向长江排泄洪水量约为14.5亿 m^3 ,对于将巢湖水位降至警戒线以下起到了关键作用。

(4)圩口运用。为了减轻巢湖及其周边大堤压力,全面调查和掌握巢湖周边圩区的分洪区情况。准确地计算了蓄洪容量,分洪规模、时机和区域等关键因素,并提前安排了人员撤离等必要准备工作。通过及时调度和利用圩区分洪蓄洪,将流入巢湖湖泊的水量进行分流,极大降低了巢湖

大堤承受的水压。7月18日,启用东大圩蓄洪区;7月19日13时,启用肥东十八联圩(0.29万 hm^2)蓄洪;7月23日,启用巢湖沿河联圩(0.1万 hm^2)、肥西滨湖联圩(0.18万 hm^2)分洪;7月26日10时,启用肥西蒋河口联圩(0.24万 hm^2)分洪;7月27日13时,启用庐江县白湖镇裴岗联圩(0.2万 hm^2 大圩)分洪。合肥市累计主动启用或漫破圩口186个,其中万亩以下圩口177个,万亩以上圩口9个,蓄洪18.4亿 m^3 ,约占巢湖最大蓄水量的3成,有效减轻了巢湖防洪压力。

3 防洪问题与形势

3.1 存在问题

巢湖流域近年连续经受了2016年、2020年2次流域性特大洪水严峻考验,特别是2020年大洪水期间经受了极端洪水位和极端工况的全面检验,取得了防洪减灾的重大胜利,但同时也暴露出流域防洪治理相对滞后、防洪能力依然不足等问题。巢湖流域现状防洪能力尚不完全满足当前流域经济快速发展和城镇人口快速增长的需求,洪涝灾害仍是流域的心腹之患。巢湖流域现状防洪体系存在的主要问题如下。

(1)洪涝调蓄空间不足。巢湖流域虽分布着董铺等3座大型水库、下汤等8座中型水库及大量小型水库,但水库只能控制部分入湖洪水,同时流域内仅有1座省级蓄滞洪区——东大圩,仍有大量洪水需要通过巢湖及蓄洪圩口调节。随着合肥城区、巢湖城区扩大和江北集中区及无为化工基地建设,保护区范围不断扩大,同时因人口财富积聚和重要设施建设,保护对象的重要性也在提高,这导致可滞蓄洪水的空间越来越少,防洪保护范围、分区防洪标准、超额洪水安排均发生明显变化。部分圩口已不能蓄洪或蓄洪条件发生变化,超额洪水安排矛盾尖锐、难以应对超标大洪水。

(2)洪水外排出路不畅。裕溪河、牛屯河和巢湖是洪水外排的骨干通道,但汛期巢湖流域洪水自排受长江洪水位影响,在巢湖水位吃紧阶段,抢排窗口期时机有限。2020年由于裕溪河、牛屯河泄洪通道上堤防标准较低,泄洪期间裕溪河险情不断,牛屯河分洪道极难运用,没有发挥骨干泄洪通道应有作用。同时,目前流域对江排洪泵站不强、难以破解洪水“关门淹”。凤凰颈排灌站是巢湖流域仅有的一座对江排洪大型泵站,由于规模不足,尚不能满足西河流

域洪水外排任务,更无力代排巢湖洪水。当巢湖泄洪通道遭遇江洪顶托时,巨大超额洪水没有出路,易形成“关门淹”,引发大水灾。

(3)堤防标准不高且存在薄弱环节。巢湖流域内各类堤防面广量大,除长江及巢湖大堤外,还包括大量支流堤防及圩堤。目前堤防存在堤防高程不足、堤身断面不达标、堤圈不封闭及存在结构性安全隐患等问题。且汛期受长江洪水长时间顶托,巢湖大堤及支流堤防一般浸泡在水中1~2个月,同时受湖浪冲刷,堤防守护和抢险均极为困难,难以适应长时间抗洪。同时,部分未列入原设计项目治理范围之内的堤防、岸坡及主要支流下游堤防段,在2020年汛期出现了一些新的问题。

(4)城镇和中小河流防洪标准仍然偏低。根据巢湖流域防洪规划,其防洪保护主要对象有合肥市、巢湖市、湖区的一般城镇及保护耕地2 000 hm²以上的大圩。其中,合肥市的防洪标准为100年一遇至200年一遇,巢湖市防洪标准为50年一遇,一般城镇及2 000 hm²以上的大圩防洪标准为20年一遇,各防洪保护对象现状防洪还未全面达到规划标准。合肥市仍有极少数区域防洪标准仅为20年一遇,芜湖市、无为市、巢湖市、肥东县、肥西县等市(县)均未完全达标。此外,中小河流存在大范围的未治理河段,防洪标准尚未达到20年一遇。

(5)洪涝监测预报调度管理水平不高,流域洪水调度机制及应急预案尚未完善。应急预案中,对各圩口防守退弃缺乏明确规定。防汛管理的数字化赋能不足。面对巢湖流域河网密集、水情复杂、水利工程众多、防汛矛盾大、调度任务重的现状,现有的雨水情监测预报保障能力还需要大力提升。同时,流域洪水综合管理调度平台尚未建成,尚不能满足复杂水情下的智慧化模拟、精准化决策要求。

3.2 面临形势

随着气候条件变化、社会经济快速发展和江湖关系演变调整,巢湖流域防洪形势又面临新情况、新挑战和新要求。

(1)暴雨趋多增强、洪水侵袭更加频繁。巢湖流域面对山洪冲击、江洪顶托、湖洪浪高、内洪量大和入江通道不畅的不利防洪形势,长期饱受洪水侵袭之痛。在全球气候变化背景下,流域内极端强降雨事件面临趋多增强的风险。2020年梅雨期,巢湖流域刷新了暴雨纪录,流域性特大洪水再次发生。

(2)江湖洪水遭遇更加不利,洪水外排通道更易受阻。长江是巢湖洪水外排的基本出路。但受长江中游沿江排涝能力增加、行蓄洪区运用频次减少和下游潮水顶托等影响,安徽境内江段呈现高洪水位来得早、退得慢的特点,长江处于高水位运行状态的时间延长,江湖洪水更易遭遇,巢湖现有排洪通道易被阻断,加剧“关门淹”。

(3)经济社会快速发展、防洪任务更加繁重。受流域地形和空间限制,城区及园区、交通干线等向沿湖低洼圩区发展,防洪保护范围不断扩大,防汛抢险战线不断延长,而流域可蓄洪圩口不断减少。同时,随着巢湖蓄水位逐渐抬高,导致主汛期巢湖调蓄库容减少。并且由于城镇建设用地持续增长,流域不透水或弱透水性地表面积增加,汛期地表产水量增加。这些因素对流域防洪体系和区域防洪标准提出新的、更高的要求,使得防洪任务更加繁重。

(4)巢湖综合保护治理要求提高、防汛调度更趋复杂。巢湖历史上为防洪、蓄水、航运等采取水量调节措施,客观上形成了水滞,水滞又加重了水脏和水华,防洪、蓄水、生态等调度矛盾日益尖锐。随着巢湖流域经济社会发展需求和生态环境保护要求增加,合理衔接防洪治理与水资源利用、水环境改善、水生态修复等关系更加艰巨,统筹防洪、蓄水、航运、生态等方面的要求也越来越高,使得流域防汛调度更加复杂。

4 治理思路与对策

巢湖流域洪水与长江洪水遭遇复杂,滞洪、泄洪、蓄洪、排洪等防洪措施相互依存,闸上与闸下洪水调度和洪水安排矛盾尖锐。针对流域洪水出路不畅、圩区蓄洪空间不足、城区防洪标准不高、环湖防浪设施不全等突出问题,按照“蓄泄兼筹、以泄为主”的防洪治理方针和“上拦、下排、边分、固堤”的防洪工程布局,以“扩大泄洪通道、增设排洪泵站、开辟蓄洪圩口、加固干支堤防”为重点,补齐流域防洪突出短板,筑牢流域防洪减灾工程体系,增强应对超标准洪水主动权。同时,针对巢湖综合治理需求,统筹防洪治理与水资源利用、水环境改善、水生态修复,构建健康的流域水循环系统,维护改善巢湖生命健康。

(1)完善流域防洪工程体系,着力提高洪涝蓄泄能力。
①强化山区洪水拦蓄能力。实施流域内病险水库除险加固,充分发挥滞洪调峰、蓄洪削峰等功能;在丰乐河、杭埠

河支流上新建中型水库,进一步增强山区洪水拦蓄能力,减轻洪水对下游的威胁。②增强洪水外排能力。高标准实施裕溪河、牛屯河堤防加固及局部堤防退建,打造畅通、安全的流域排洪通道。牛屯河河口长江水位除2020年略高于12.00 m外(据统计共有7 d),一般均低于12.00 m,对巢湖洪水外排很有利。因此,沿牛屯河排洪通道具有更好的排洪条件。将牛屯河排洪通道按照与裕溪河排洪通道相同的标准建设,对巢湖流域防洪,尤其是对巢湖闸上游流域防洪至关重要。建设大型对江排洪泵站,增加抽排能力,破解流域洪水“关门淹”。目前巢湖流域已建、在建的对江排洪泵站均位于西河流域,这些泵站难以有效抽排巢湖洪量,针对巢湖流域“关门淹”问题,规划在裕溪河建设对江泵站。③“边分”蓄洪工程——按照“蓄泄兼筹”的原则,新建10处万亩圩口蓄洪区,并结合单退中小圩口,实施蓄洪区建设,完善防洪排涝工程,进行圩内安全建设及人口迁移等,并结合生态湿地建设改善有条件圩口的生态环境;“固堤”堤防工程——结合主要支流及中小河流治理、圩口堤防达标建设与提标改造工程,以及城镇防洪工程等,通过加固河道、圩口堤防,封闭防洪圈堤等,提高流域总体防洪能力。但由于投资规模有限,仍存在河道堤防高程不足、河道内淤积严重等问题,后期可适当提高设计标准。

(2)蓄洪区方案建设。在近30年的流域防洪治理中,圩口防洪标准得到提升,大部分圩口达到了10年一遇至20年一遇防洪标准,圩口的有效运用能够降低洪水水位。因此需要在流域内合理安排低标准圩口进洪,在遭遇高标准洪水时,有序启用蓄洪区,合理安排超标准洪水,对降低防洪风险,减少防汛压力具有重要意义。按照“蓄泄兼筹”和“平战结合”的原则,集超标准洪水安排、生物多样性营造、入湖水质净化和休闲农业体验为一体,布局和建设蓄洪圩口,并配套建设安全设施。拟结合生态修复和产业结构调整,通过退田还湖和分区蓄洪等措施,研究已破圩口功能定位和重建方案,恢复黄陂湖蓄洪滞洪功能,提升兆河东大圩蓄洪时效,研究超标准情况下沿河沿湖低标准圩口蓄洪安排和分区蓄洪规划方案及可行措施。

(3)提高洪水监测预报预警能力。完善巢湖流域中小河流、重点圩口水文监测体系。修订和优化巢湖流域洪水预报方案,加强大洪水尤其是分洪溃口情况下的河道及蓄滞洪区监测和预报模型研究。完善超标准洪水预警指标,实现超

标准洪水发生时监测、预报、预警快速响应机制。

(4)加强信息化管理在防洪减灾中的应用,严格蓄滞洪区管理,加强管理水平和能力。加强遥测、遥感等新技术在水文监测、灾情评估中的应用。应用人工智能和云计算,开展水工程智能防灾联合调度研究。严格行蓄洪区保护,系统整治影响防洪安全的行为。运用新手段、新技术、新装备武装专业应急救援力量,精准部署、协调联动,提升专业应急处置能力,减少人力成本。

(5)加快数字孪生巢湖流域建设。推进智慧水利建设,按照“需求牵引、应用至上、数字赋能、提升能力”要求,以数字化、网络化、智能化为主线,推进建立流域洪水“空地”一体化监测系统,构建数字孪生流域,加强实时雨水情信息监测和分析研判,开展智慧化模拟,完善灾害预警发布机制,开展水工程调度模拟预演,细化完善江河洪水调度方案和超标准洪水防御预案,支撑精准化决策,加快构建具有预报、预警、预演、预案“四预”功能的智慧水利体系。

(6)科学调度。巢湖闸、裕溪闸、铜城闸及新桥闸是巢湖流域自排通道最主要的控制建筑物,4闸调度主要根据巢湖与裕溪河,裕溪河、牛屯河与长江的相对水位关系,在可自排情况下开闸自排巢湖流域洪水。牛屯河河口位于裕溪河河口下游约16 km,平均水位差0.3~0.5 m,具有更好的排江条件,对于抢排巢湖洪水具有重要意义。但裕溪河、牛屯河外排洪水的通道为河网水系,水流互为顶托,相互作用,流态不稳,加之受牛屯河河口和裕溪河河口长江水位波动变化影响,河网水量分配格局较为复杂,分洪联动影响裕溪河的泄洪能力。铜城闸和新桥闸的开启程度对裕溪河排洪的影响分析,以及4闸对巢湖排洪的最优化调度尚缺乏科学研究,建议尽快根据流域洪水模型,对4闸联动调度进行优化设计并实现最优化控制调度。

此外,巢湖是巢湖流域洪水进行蓄洪的关键场所,建议在汛期尽量控制巢湖闸上水位在8.0 m。后期可考虑结合工程需要、城乡用水和生态用水的需求,在流域洪水安全分析计算中,适当考虑抬高汛期巢湖水位,并以此作为调算基础,妥善进行流域洪水安排,并坚持“蓄泄兼筹、以泄为主”的原则。

5 结 语

巢湖流域洪涝灾害严重影响区域经济和居民生命财

产安全,且频发的洪涝灾害对防洪体系提出了新的挑战。在梳理了巢湖流域历史洪涝灾害情况和现状防洪工程布局,并对巢湖2020年大洪水事件及其防御应对情况进行回顾性分析的基础上,提出了巢湖流域洪水综合调度工程和非工程措施,加强对巢湖和牛屯闸的管理调度,同时提出加强防洪“四预”能力,并提倡通过数字孪生技术来支持精准化决策,以优化洪水调度方案。

参考文献

- [1] 杨富宝,王国汉.巢湖流域防洪形势与治理对策分析[J].水利规划与设计,2018(7):33-36.
- [2] 张小稳,刘国庆,陈光育,等.城市极端暴雨洪涝灾害风险评估与对策研究[J].中国防汛抗旱,2023,33(8):13-18.
- [3] 张建业,王银堂,贺瑞敏,等.中国城市洪涝问题及成因分析[J].水科学进展,2016,27(4):485-491.
- [4] 夏文博,朱青.基于“城湖共生、绿色发展”理念的巢湖治理与保护策略研究[J].中国防汛抗旱,2018,28(12):30-32.
- [5] 万能胜,齐鹏云.巢湖流域2020年特大洪涝灾害应对实践与思考[J].中国防汛抗旱,2021,31(4):37-41.
- [6] 田娟.巢湖流域江湖洪水遭遇规律分析[J].水利技术监督,2022(10):167-172,185.
- [7] 周奇,史俊,王海玉,等.巢湖流域2020年暴雨洪水过程及特性[J].人民长江,2022,53(1):31-37.
- [8] 王永昌.巢湖流域防洪规划简介[J].人民长江,2000,31(1):35-37.
- [9] 尹雄锐,李光华,王晓妮.新时期松花江流域防洪减灾工作思考[J].中国防汛抗旱,2022,32(10):81-84.
- [10] 安徽省政府洪涝灾害调查评估组.2020年安徽省洪涝灾害调查评估报告[R].2021.

Flood disaster and management strategies in the Chaohu Basin

YANG Fubao¹, HU Qingfang^{2,3}, XU Yingchun¹, SU Xin²

(1. Anhui Survey & Design Institute of Water Resources & Hydropower Co., Ltd., Hefei 230088;

2. The National Key Laboratory of Water Disaster Prevention, Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029;

3. Yangtze Institute for Conservation and Development, Nanjing 210098)

Abstract: The Chaohu Basin is one of the most economically developed, densely populated, and rapidly modernizing region of Anhui Province, and playing a significant role in the regional integration strategy of the Yangtze River Delta. However, due to the combined effects of topographical conditions, climatic characteristics, and the relationship between rivers and lakes, the region frequently suffers from flood disasters. In order to enhance the flood security of the Chaohu Basin and protect regional economic development, this paper systematically reviews the historical flood disasters in the Chaohu Basin and the current layout of flood projects. It also provides a retrospective analysis of the major flood event in Chaohu in 2020 and the defensive response measures taken, thoroughly summarizing the current challenges faced in responding to flood disasters within the basin and dissecting the ongoing development trends. Finally, the paper proposes strategies and comprehensive measures for accelerating the harnessment of flood disasters in the basin and enhancing its resilience of the river basin.

Keywords: Chaohu Lake Basin; flood and waterlogging disaster; typical flood event of 2020; comprehensive flood management

编辑 张心怡