

新阶段珠江流域防洪安全体系构建的思考与认识

蒋 翼

(中水珠江规划勘测设计有限公司, 510610, 广州)

摘 要:珠江流域气候多变,河流水系发达复杂,极易形成洪涝灾害,在流域中下游与珠江三角洲等地区尤为频繁。进入21世纪以来,一方面,流域经济社会快速发展,且随着粤港澳大湾区、珠江-西江经济带、海南自由贸易港建设等国家重大战略的深入推进,流域内人口和财富必将进一步聚集与增长;另一方面,全球气候变化背景下极端天气事件频繁发生,导致局地与流域性洪涝灾害呈现趋多趋频趋强趋广的特性。在两者耦合影响下,珠江流域防洪形势已发生明显变化,防洪压力愈发凸显。基于此,在系统梳理珠江流域防洪减灾体系现状及存在问题基础上,立足流域实际与新阶段经济社会高质量发展相关需求与挑战,深入分析流域防洪新形势,科学研判流域防洪重难点问题,结合水情、工情、社情变化,提出完善珠江流域防洪减灾体系的思路举措,为守护珠江安澜、实现中国式现代化提供重要支撑。

关键词:珠江流域;防洪规划;防洪减灾体系;重难点问题;思路措施

Thoughts and insights on constructing the flood control system for the Pearl River basin in the new stage//Jiang Yi

Abstract: The Pearl River basin is highly susceptible to flood disasters due to its variable climate and complex river network, particularly in the middle and lower reaches and the Pearl River Delta. Since the start of the 21st century, the basin has witnessed rapid economic and social development. With the advancement of national strategies such as the Guangdong-Hong Kong-Macao Greater Bay Area, the Pearl River-Xijiang River Economic Belt, and the Hainan Free Trade Port, population and economic assets in the region are expected to grow and concentrate further. Simultaneously, global climate change has led to more frequent and severe extreme weather events, resulting in increasingly frequent, intense, and widespread regional and basin-wide flood disasters. The combined influence of these factors has significantly altered the flood control landscape in the Pearl River basin, amplifying the pressure on existing systems. Based on reviewing the current state and challenges of the basin's flood control and disaster reduction system, adapting to the new demands of high-quality economic and social development, and ensuring sustainable and secure development, this study conducts a systematic analysis of the evolving flood control demands, addressing key challenges in light of hydrological, engineering, and social changes. Targeted strategies to enhance the basin's flood control and disaster reduction capabilities are proposed, aiming to safeguard the Pearl River basin's stability, contributing to the broader goal of Chinese modernization.

Keywords: Pearl River basin; flood control planning; flood control and disaster reduction system; key challenges; strategies and measures

收稿日期:2025-01-02

作者简介:蒋翼,董事长,高级经济师。

基金项目:国家重点研发计划(2023YFC3208800)。

中图分类号: TV212.4+TV87 文献标识码: B
DOI: 10.3969/j.issn.1000-1123.2025.01.004

文章编号: 1000-1123(2025)01-0021-06

珠江流域地处我国南方沿海亚热带季风气候区,由西江、北江、东江以及珠江三角洲水系组成。西江、北江、东江三大干流在珠江三角洲汇集后经八大口门流入南海,形成“三江汇流、八口入海”的水系格局。全流域涉及云南、贵州、广西、广东、湖南、江西6省(自治区)和香港、澳门特别行政区,海南省虽不在流域范围内,但作为珠江流域(片)的重要单元,也需纳入规划统筹考虑。流域中上游滇、桂两省(自治区)与越南、老挝等国家相邻,拥有我国通往东南亚最重要的战略通道;流域下游的粤港澳大湾区是我国开放程度最高、经济活力最强的区域之一,在国家发展大局中具有重要的战略地位。

随着粤港澳大湾区、海南自由贸易港、珠江-西江经济带、深圳建设中国特色社会主义先行示范区等国家重大战略实施及北部湾等沿海城市群发展,珠江流域防洪格局发生深刻变化,对流域防洪安全也提出了新的更高要求。加之近年来全球气候变化与极端天气事件频繁发生,洪涝灾害呈现趋多趋频趋强趋广的特点,流域性洪水时有发生。流域水情、工情、社情等也发生较大变化,导致洪涝灾害风险和防洪保安压力增大。立足新发展阶段,亟须建设与中国式现代化进程和目标相适应的流域防洪除涝减灾体系,提升洪潮涝风险应对能力,保障流域防洪安全和社会经济高质量发展。

一、流域防洪减灾体系建设现状

新中国成立以来,党中央、国务院高度重视水旱灾害防御工作,为实现江河安澜、守护人民安宁作出了一系列重大决策部署。2007年,国务院批复了《珠江流域防洪规划》(以下简称上一轮规划),在其指导下,珠江流域基本形成以堤防为基础,防洪控制性枢纽为骨干,干支流水库、蓄滞洪区、分洪水道、河道整治等工程和非工程措施相结合的防洪安全体系,为适应新阶段流域防洪面临的新形势、新要求、新挑战,保障人民群众生命财产安全与经济社会高质量发展奠定了重要基础。

1. 防洪工程体系基本形成

目前,全流域已建成堤防1.53万km,其中干流

2级以上堤防达标率99%,流域重要防洪控制节点均达到上一轮规划安全泄量要求;建成防洪控制性水库16座,防洪库容142.87亿 m^3 ,较上一轮规划实施前增加水库防洪库容92.57亿 m^3 ;湛江蓄滞洪区基本建成,蓄洪容积4.03亿 m^3 ;对339座大中型病险水库、近1000座小型病险水库进行除险加固,超额完成规划任务;规划的518 km重点海堤全部开工建设,其中450.35 km达到规划防潮标准,达标率86.9%;治理水土流失面积2.40万 km^2 ;完成134条重点山洪沟治理,治理河长507 km。21座防洪城市中,南宁、珠海、惠州等9个城市已达到上一轮规划防洪标准。

2. 监测预报预警能力持续提升

流域内共布设基本水文站307处、基本水位站129处,中小河流专用水文站480处、水位站436处,雨量站1276处,水库站967处,基本形成覆盖大江大河和中小河流的水文监测站网,建成了包含2663处监测站点的流域雨水情自动测报系统以及由地市分中心、省级中心和流域中心组成的多级洪水预报预警体系。数据采集、传输、处理、储存等信息化基础设施日益夯实,数据资源不断丰富,业务应用系统不断拓展完善,初步构建了珠江洪水灾害防御“四预”(预报、预警、预演、预案)平台,洪水灾害防御工作智慧化水平稳步提升。

3. 防洪管理能力不断强化

成立了珠江防汛抗旱总指挥部,流域各省(自治区)也相应建立了本辖区内的防汛指挥体系。行蓄洪空间管理、骨干工程运行调度、防洪减灾应急管理等方面的法规制度不断完善,河湖长制逐步建立健全。编制完成涉及重点防洪保护区、蓄滞洪区、中小河流和防洪城市的各类型洪水风险图,如柳州、南宁、广州、珠海等部分城市已开展洪水风险图编制工作,龙滩、大藤峡、百色等重点防洪水库也相继开展了溃坝洪水风险图编制工作,建设了珠江流域洪水风险图管理与应用系统,基本形成覆盖干支流及各防洪城市的超标准洪水防御方案预案体系。防洪工程运行管理措施不断细化落实,标准化管理逐步加强。印发实施《珠江洪水调度方案》,明确了重要防洪枢纽、湛江蓄滞洪区、分洪闸的调度运行规则,对流域重要水库均制定了调度

方案和应急抢险预案。流域38座水工程纳入统一调度,流域防洪保安能力显著增强。

二、新阶段流域防洪安全面临的新形势与挑战

1. 贯彻落实防灾减灾救灾理念对流域防洪治理能力建设提出新使命

习近平总书记对防汛抢险救灾作出系列重要指示批示,提出“两个坚持、三个转变”防灾减灾救灾理念,为做好防洪减灾工作指明了方向。党的二十届三中全会也明确要求“推进国家安全体系和能力现代化,提高防灾减灾救灾能力”。珠江流域作为国家水安全的重要单元,必须充分认识保障防洪安全的长期性、紧迫性及艰巨性,坚持以防为主,进一步补短板强弱项,提升流域防洪能力;做好应对洪、潮、涝等多重灾害叠加以及极端暴雨洪涝灾害的准备,强化防范化解超标准洪水风险的措施,全力做好洪水灾害防御工作;加强防洪安全宣传教育和洪灾应急救援常识普及,全面提升全社会抵御洪水灾害的综合防范能力。

2. 经济社会发展与国家重大战略实施对防洪安全提出新需求

21世纪以来,随着城镇化进程加快,流域内经济持续快速增长,人口高度聚集。2004—2020年,珠江全流域人口增长51%,城镇化率由46%增至69%;重点防洪保护区人口从2667万人增至6315万人,增长近1.4倍,占流域总人口的比例由27%增至42%。流域地区生产总值增长近6倍;重点防洪保护区地区生产总值从0.97万亿元增至10.36万亿元,增长近10倍,占流域地区生产总值的比例由55%增至85%。2020年流域21座防洪城市建成区面积5880 km²,是2004年的2.6倍。党的十八大以来相继提出的新发展理念、高质量发展目标及粤港澳大湾区、海南自由贸易港等国家重大战略对流域防洪安全提出了更高要求,流域现状防洪标准、防洪布局等已难以适应新阶段经济社会高质量发展的新要求。

3. 流域洪涝灾害新形势对防洪治理带来新挑战

全球气候变化背景下,流域内极端暴雨洪水突发事件呈现趋多、趋广、趋频、趋强的特性,加之下垫面变化、河床下切、重要节点分流比变化、海平面上升、洪涝潮遭遇等影响,洪水风险加剧。已有数据表明,1990年之后流域性大洪水发生频次明显增加,洪水量级总体呈上升趋势。梧州、石角、思贤滘近30年

最大洪峰流量均值相较于长系列均值分别增大5.6%、12.5%、13%。近年发生了西江“05·6”特大洪水、北江“2022.6”特大洪水、北江“2024.4”特大洪水等。其中,西江“05·6”特大洪水思贤滘实测洪峰超历史最大值,梧州站实测最大洪峰仅次于1915年洪水;北江“2022.6”特大洪水北江石角站洪峰为1915年以来最大洪峰。20世纪80—90年代以来,受人类活动特别是采砂影响,西江、北江、东江及珠江三角洲河道均出现大幅度下切,部分河段出现险工险段,威胁防洪安全。同时,由于西江、北江河道地形的变化,导致思贤滘等重要节点分流比发生变化,如北江干流三水站平均分流比由1990年以前的15.7%增加到1990年以后的22.7%;2000年后河床相对稳定的情况下,三水站分流比仍然在22.5%~29%之间波动;2010年以来,三水站历年最大洪水洪峰流量分流比为24%~29%。需充分考虑思贤滘等节点分流比的变化对下游三角洲防洪安全的影响。

4. 全面加强基础设施建设给流域防洪工作带来新机遇

党的二十大报告提出,“优化基础设施布局、结构、功能和系统集成,构建现代化基础设施体系”。党的二十届三中全会明确要求“完善自然灾害特别是洪涝灾害监测、防控措施”。中共中央、国务院印发的《扩大内需战略规划纲要(2022—2035年)》,提出“持续推进重点领域补短板投资”“加快水利基础设施建设”。面对新时代赋予的新使命、新需求与新挑战,必须全面落实党中央、国务院决策部署,以问题和目标为导向,以需求为牵引,谋划实施一批覆盖全面、补位精准、效益突出的防洪基础设施,补齐短板,增强能力,为流域经济社会高质量发展提供更加坚实的水利支撑。

三、流域现代化防洪安全体系构建的重难点问题与思路举措

1. 充分吸纳特大洪水经验教训,科学研判流域水文情势与洪水特征

近年来,珠江流域水文情势发生深刻变化。洪水方面,高度城镇化改变了流域下垫面条件,导致原有产汇流机理发生变化。随着龙潭、大藤峡等水库及两岸堤防工程建设,洪水呈现明显归槽特性,叠加极端暴雨事件频发,量级洪水呈现趋多趋强的演变特征,近年发生的多次流域性特大洪水中,多个重要断面发生了接近或超过历史纪录洪水。受采砂影响,流域下

游三角洲河床大规模不均匀下切,2000年以来珠江三角洲水系西部、北江干流水道分别平均下切2.85 m、1.71 m,导致思贤滘分流比发生显著变化,对珠三角泄洪格局产生显著影响。潮位方面,受极端风暴潮影响,近年来珠江河口极端潮位频发且屡创新高,与上一轮防洪规划设计潮位相比,12个河口站点50年一遇、100年一遇设计潮位分别抬升0.11~0.46 m、0.13~0.60 m。此外,局部短历时强降雨频发,加之城镇化建设下垫面条件变化等影响,城市内涝问题突出,如2020年广州“5·22”特大暴雨、2018年“8·30”惠州特大暴雨等均带来了不同程度的城市内涝。为全面反映流域真实水情,需在现行设计洪水成果基础上,分析近年来流域洪水特点,延长水文系列,对流域主要防洪控制断面设计洪水进行全面复核,同时充分考虑城镇发展和土地利用类型变化,深入分析下垫面变化对洪水的影响。

上一轮规划对珠江流域29个水文站设计洪水、9个水文站水位流量关系、36个潮位站设计潮位进行了分析,各站实测系列在已有成果基础上延长至1997年或1998年。本次规划在以往设计洪水成果基础上,将珠江流域36个、钦江流域1个、南流江流域3个、南渡江流域2个,共计42个测站(断面)洪水资料系列延长至2020年,采用堤围容积法、马斯京根法、系列还原法等多种方法对设计洪水进行复核,涉及洪水归槽变化的部分测站增加归槽设计洪水分析内容。将珠江河口13个口门站年最高潮位系列延长至2020年,对其设计潮位进行复核。根据新的实测河道地形资料和水位流量关系,洪水边界统一采用防洪工程体系下设计洪水,对西江、北江、东江及珠江三角洲主要河道的设计洪、潮水面线进行复核。立足最不利、最复杂情况,提出将归槽洪水作为本次推荐成果,为洪水出路安排、确定工程体系奠定坚实基础。

2. 全面检视重要保护对象防洪标准,明确适应新形势新要求的防洪方略

国家、区域重大战略实施和北部湾等沿海城市群发展,以及流域内区域经济社会发展规划、国土空间规划对流域防洪安全提出新的更高要求。然而,珠江流域现状防洪体系仍存在部分薄弱环节,为确定与经济社会高质量发展相适应的防洪标准,需构建协调均衡的标准体系,防洪标准和防洪能力复核是本次规划修编的难点问题。因此,有必要系统分析预测流域国土空间开发保护格局变化和经济社会发展趋势,明确新发展阶段对流域防洪安全保障的相关需求,合理调

整防洪保护区、蓄滞洪区和洪泛区空间布局。在其基础上,开展历史洪水考证、典型暴雨洪水重演和不同河流水系间极端暴雨移置分析,充分考虑暴雨洪水不利组合,深入分析洪水风险,合理确定各水系和重要防洪保护对象的防洪标准。此外,还应综合考虑防洪效益与防洪投入,提出与规划水平年经济社会发展程度相适应的防洪减灾目标及方略。

本次规划统筹考虑水情、工情、河道情势变化和各防洪保护区的经济社会发展情况,提出西北江中下游、东江中下游、郁江中下游、柳江中下游、南盘江中上游、桂江中上游、北江中上游7个堤库结合的防洪工程体系以及1个以堤防为主的珠江三角洲滨海防潮工程体系。优化调整重点城市防洪标准,广州防洪标准提高至“防御西江200年一遇、北江300年一遇洪水”,防潮标准大于等于200年一遇,具备300年一遇防潮能力;深圳市伶仃洋东岸滨海防潮保护区防潮标准为大于等于200年一遇,具备1000年一遇防潮能力;海南海口市防洪标准为100年一遇,防潮标准提高至200年一遇。粤港澳大湾区的珠海、佛山、江门、肇庆、惠州、东莞、中山7个城市的防洪标准提高至200年一遇;云南玉溪、广西钦州、广东云浮、海南三亚防洪标准提高至100年一遇。

同时,贯彻“两个坚持、三个转变”防灾减灾救灾理念,落实国家水网建设目标要求,对上一轮规划确定的流域防洪方针进行审视和优化,在继承的基础上守正创新,将当前和今后一段时期珠江流域防洪方略调整为“堤库结合、以泄为主、泄蓄兼施、四预支撑、科学智慧调控”,为应对新形势下流域防洪风险指引方向。

3. 统筹安排标准内外洪水出路,系统谋划流域防洪工程体系

根据不同保护对象的重要性和防洪标准,以河系为单元制定洪水出路。立足最不利、最复杂情况,充分考虑目标洪水洪量、过程和遭遇组合,处理好洪水蓄泄关系以及上下游干支流关系、防洪与排涝关系,合理安排水库拦蓄、河道宣泄、蓄滞洪区蓄滞洪量。从扩排、增蓄、分洪等方面,科学布局水库、河道、堤防、蓄滞洪区功能建设,提出现代化、高质量、高标准的流域防洪工程体系布局方案。珠江流域综合规划确定的8个防洪(潮)工程体系,有5个尚未建成,针对部分方案实施难度大及流域出现的新问题,根据新需求、新理念构建安全可靠的工程体系,优化完善流域防洪工程布局是本次规划的重点。应在评估原规划防洪工程方案实

施可行性与效果的基础上,根据水文复核、防洪标准复核成果,分析主要河湖泄蓄关系,合理安排洪水出路,重点优化完善南盘江中上游、柳江中下游、西北江中下游、珠江三角洲滨海等防洪(潮)工程体系。结合西部陆海新通道(平陆运河)等重大项目实施,考虑充分发挥其防洪等综合作用,研究提出钦江、南流江等防洪(潮)总体布局。

本次规划的防洪工程体系优化提升思路包括“增蓄、扩排、节控、外挡”四个方面。“增蓄”以增加流域洪水调蓄能力为目标,加快建设重要河流防洪控制性枢纽工程和蓄滞洪区,恢复已建防洪水库蓄洪空间,优化调度运行方式,把握洪水防控主动权;“扩排”以有效提升流域骨干河道泄洪能力为目标,加快实施堤防达标建设建设和河道泄洪整治,维护河势稳定,恢复行洪空间,保持河道畅通;“节控”主要指调控关键节点分流比和恢复现有分洪闸节点分洪功能,稳定三角洲泄洪格局;“外挡”主要指加强河口沿海地区海堤等工程建设,提升防潮能力。西江通过龙滩、大藤峡等水库及浔江蓄滞洪区有效拦蓄洪水,并加高加固沿江堤防,可有效防御西江洪水;北江通过乐昌峡、湾头、飞来峡等水利枢纽和潞江蓄滞洪区实现有效拦蓄洪水,并巩固提升沿江堤防,防御北江洪水;东江通过新丰江、枫树坝、白盆珠等水库有效拦蓄洪水,并巩固提升沿江堤防,防御东江洪水;珠江三角洲通过恢复西江北街等水闸及分洪水道过流能力,整治三角洲河道及口门,确保泄洪畅通;郁江、柳江、桂江及海南省南渡江、万泉河、昌化江等支流通过上游水库拦蓄上游来水,辅以沿岸堤防达标加固,防御支流洪水;河口地区以海堤工程为主。

4. 补齐“三道防线”短板,加强防洪管理和智慧化建设

针对流域防洪预报预警能力不足、超标准洪水防御措施不足等问题,按照“两个坚持、三个转变”的防灾减灾救灾理念,构建人水和谐的风险管控体系,提高流域洪水风险防控能力是本次规划修编的重点,其中超标准洪水对策研究是规划修编的难点。主要任务为分析典型历史洪水情景下流域洪水风险,提出流域重特大洪涝灾害风险防御措施;基于新的防洪格局和防洪任务,研究优化水库群联合调度;结合水库挖潜、超标准洪水应对策略涉及堤围的应用、平陆运河分洪入海等分析,提出应对超标准洪水的对策措施;重点针对预报调度一体化、数字孪生流域建设、“四预”措施实现等,提出防汛智能化建设方案。强化体制机制法治

管理,按照调整人的行为、纠正人的错误行为和强化约束、管控的要求,提出防洪政策法规与制度建设方案。维护行蓄洪空间,明确河湖管理范围和蓄滞洪区边界,推进蓄滞洪区居民迁建,加强蓄滞洪区社会管理。

本次规划按照“应设尽设、应测尽测、应在线尽在线”原则,统筹结构、密度、功能,加快推进“天空地”一体化水文监测体系,构建气象卫星和测雨雷达、雨量站、水文站组成的雨水情监测预报“三道防线”,提高各类水文测站的现代化测报能力。加快降雨预报模型、产汇流水文模型、洪水演进水动力学模型研发应用,加快遥感、激光雷达等观测技术应用,实现“延长洪水预见期与提高洪水预报精准度”的有效统一,满足流域洪水防御精准管控需求。建立完善“风险研判—科学预报—提前预警—实时反馈”梯次预警体系,完善预警响应联动机制。建设数字孪生流域,强化算力和安全保障,提升流域防洪“四预”能力,完善洪涝灾害防御工作体系。围绕粤港澳大湾区、海南自由贸易港等国家与区域发展战略需求,强化流域统一规划、统一治理、统一调度、统一管理,落实责任,完善体系,整合资源,统筹力量,进一步健全责任落实、决策支持、调度指挥机制,构筑坚实、可靠、先进的流域洪涝灾害防御工作体系,提升流域防洪安全韧性。

四、结 语

当前,我国已开启全面建设社会主义现代化国家新征程,珠江作为我国流入南海的最大水系,在维护国家生态安全与促进经济社会高质量发展大局中肩负重要使命。为应对新发展阶段流域防洪减灾面临的新形势、新要求、新挑战,应坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,全面贯彻党的二十大和二十届二中、三中全会精神,完整、准确、全面贯彻新发展理念,通过科学谋划流域防洪治理顶层设计,优化完善珠江流域防洪工程体系总体布局,补齐流域洪涝灾害防御短板,解决防洪体系薄弱环节与重难点问题,构建高标准、高质量、现代化的珠江流域防洪减灾工程体系与非工程体系,为守护珠江安澜提供重要保障。

参考文献:

- [1] 中共中央,国务院.粤港澳大湾区发展规划纲要[A]. 2019.
- [2] 李国英.推进我国防洪安全体系和能力现代化[J].中国防汛抗旱,2024,34(9):4-5.

- [3] 水利部编写组. 深入学习贯彻习近平关于治水的重要论述[M]. 北京: 人民出版社, 2023.
- [4] 王宝恩. 全面贯彻落实党的二十大精神 凝心聚力、奋楫争先、真抓实干 扎实推动新阶段珠江水利高质量发展[J]. 人民珠江, 2023, 44(2): 1-11.
- [5] 王宝恩. 全面履行流域治理管理职能 推动珠江流域高质量发展[J]. 水利发展研究, 2022, 22(11): 17-21.
- [6] 易越涛. 珠江流域防洪重难点问题及应对策略研究[J]. 中国水利, 2024(12): 50-55.
- [7] 靳高阳, 王保华, 樊红霞, 等. 《珠江流域防洪规划》实施情况评估与建议[J]. 中国防汛抗旱, 2024, 34(10): 40-44.
- [8] 吴怡蓉, 张媛. 珠江委: 珠江碧水接海长 固基前行开新局[J]. 中国水利, 2021(24): 110-113.
- [9] 刘海振, 余增鑫, 陈雅芬. 全球气候变化下粤港澳大湾区防洪形势分析与对策研究[J]. 人民珠江, 2024, 45(S2): 17-19.
- [10] 侯贵兵, 王保华, 黄锋, 等. 珠江“22·6”特大洪水水工程联合调度实践与思考[J]. 中国水利, 2022(22): 36-38.
- [11] 何用, 李旭东, 张印. 新形势下珠江流域防洪规划若干问题思考[J]. 中国水利, 2024(2): 46-51.
- [12] 黄锋, 侯贵兵, 李媛媛. 珠江流域水工程联合调度方案实践与思考——以2022年大洪水为例[J]. 人民珠江, 2023, 44(5): 10-17.
- [13] 刘达, 黄本胜, 刘中峰, 等. 珠江流域湛江蓄滞洪区湿地化建设模式及对蓄滞洪的影响分析[J]. 中国防汛抗旱, 2023, 33(11): 28-32.
- [14] 刘鹏强, 许毅鹏. 2023年珠江流域水旱灾害防御工作[J]. 中国防汛抗旱, 2023, 33(12): 25-27.
- [15] 甘郝新, 吴皓楠. 数字孪生珠江流域建设初探[J]. 中国防汛抗旱, 2022, 32(2): 36-39.
- [16] 田丹, 张尹, 苏明珍. 珠江流域(片)“2024.4”暴雨洪水分析[J]. 中国防汛抗旱, 2024, 34(6): 1-7.
- [17] 何治波, 吴珊珊, 张文明. 珠江流域防汛抗旱减灾体系建设与成就[J]. 中国防汛抗旱, 2019, 29(10): 71-79.
- [18] 易灵, 黄锋. 珠江流域骨干水库群蓄水优化调度策略研究[C]//中国水利学会. 中国水利学会2019学术年会论文集第二分册. 北京: 中国水利水电出版社, 2019: 686-693.
- [19] 谢志强. 珠江水旱灾害防御信息化建设实践探索[J]. 中国防汛抗旱, 2019, 29(5): 1-2.
- [20] 易灵, 周庆欣, 庞远宇, 等. 人类活动对珠江流域主要水文要素的影响[J]. 水文, 2019, 39(4): 78-83.
- [21] 卢治文, 易灵, 陈军. 珠江河口的治理与管理概述[J]. 人民珠江, 2019, 40(12): 13-17.
- [22] 杨芳, 宋利祥, 李旭东, 等. 珠江流域水旱灾害防御“四预”系统模型研发及应用[J]. 中国水利, 2023(4): 10-14.
- [23] 冯刚, 黄强, 方伟, 等. 珠江流域浔江防洪保护区洪灾风险评估[J]. 长江科学院院报, 2024, 41(7): 79-86+93.
- [24] 安雪, 杨跃, 王井腾, 等. 珠江水旱灾害防御“四预”平台建设与应用[J]. 水利信息化, 2023(4): 14-19.
- [25] 杜勇, 钱燕. 2022年珠江汛期雨水情特征及洪涝风险管理机制探讨[J]. 人民珠江, 2023, 44(S1): 1-4.
- [26] 胡智丹, 朱春子, 田丹, 等. 珠江流域2022年暴雨洪水分析[J]. 中国农村水利水电, 2023(8): 41-45.
- [27] 王艳艳, 向立云. 《全国蓄滞洪区建设与管理规划》解读[J]. 水利规划与设计, 2013(6): 6-8+38.
- [28] 刘伟, 李爱玲, 翟媛. 七大流域设计洪水修订成果分析[J]. 水文, 2019, 39(3): 80-86.
- [29] 束庆鹏. 维护河流健康 建设绿色珠江 全面推进流域水利改革发展[J]. 中国水利, 2015(24): 43-44.

责任编辑 李卢祎