

# 我国洪水资源化利用现状与对策建议

水利部科学技术委员会洪水资源化利用专家咨询组

为进一步推进大型湖库洪水科学调控,强化洪水资源安全利用,缓解我国水资源供需矛盾,水利部科学技术委员会组织部分委员和特邀专家组成专家咨询组,南京水利科学研究院作为技术支撑单位,针对洪水资源化利用技术创新与应用现状、面临的瓶颈制约和相关对策建议等开展了专题咨询,形成主要咨询意见如下。

## 一、实施流域洪水资源化利用十分必要

受季风气候影响,我国各流域降水和河川径流年内分布高度集中,汛期径流量占地表水资源量的2/3以上,每年约8000亿~10 000亿 $\text{m}^3$ 洪水因难以资源化利用而弃放入海,同时涝旱急转事件在各流域普遍发生。为保障国家水安全,安全调控利用洪水极为重要。但是历史上由于防洪体系不健全、洪水灾害多发,“入海为安”理念和水库蓄洪补枯的常规调度方式长期占据主导地位,部分流域防洪与兴利矛盾突出,汛期水库大量弃水与汛后无水可用状况并存,与我国水资源总体短缺的基本水情极不匹配。

世纪之交,随着我国水资源供需矛盾进一步加剧,有效利用洪水资源的重要性愈加凸显。海河流域“96·8”洪水在缓解缺水方面发挥了重要作用,这一现实案例更激发了各界对洪水资源属性和利用方式的再认识,优化水利工程运行方式,统筹防洪调度与水资源调度,寓资源利用于灾害防治,“洪水资源化利用”等相关概念应运而生。在这一背景下,水利部适时提出将“洪水控制”向“洪水管理”转变,推动洪水资源化利用技术与实践创新。2002年,国家防总办公室组织开展了水库汛限水位设计与运用专题研究项目,选取密云等12座水库开展汛限水位动态控制试点工作;2003年,水利部将“洪水资源化”列为了重点调研课题;2008年,国家防总办公室又核准大伙房等11座水

库开展第二批汛限水位动态控制试点工作。两批试点工作均取得了显著的社会经济效益。

两批试点工作之后,水利部层面推动水库汛限水位动态控制方面未再有实质性进展,拟制定的水利行业标准“水库汛期水位动态控制方案编制技术导则”也未颁布实施。直到2019年,水利部才出台《汛限水位监督管理规定(试行)》,从保障防洪安全角度出发,强化汛限水位监管。但在具体调度实践中,根据预报信息实行汛期水位动态控制、提高洪水资源利用效益和水库汛末蓄满率的积极性仍然较高,流域管理机构、地方水行政主管部门和水库运行管理单位结合实际开展了相关探索和实践,江苏、浙江、广东等省还先后编制了水库汛期水位动态控制指导意见或导则。

洪水资源化利用的定义长期以来未有定论。目前相对具有共识的定义是:依托现有河道湖泊和水利工程体系,在保障防洪安全和河道内必要用水需求的前提下,优化水库、蓄滞洪区、闸站等水利工程调度运用方式,将目前尚未控制利用的那一部分洪水转化为生产、生活和生态用水量的过程。这一定义体现了洪水资源化利用的可控性、动态性,明确了洪水资源化利用的约束条件、利用对象和利用方式,目的是在提高预报水平的前提下,科学合理安排洪水,塑造更有利的径流过程和空间分布,更好地实现蓄丰补枯,有效统筹发展和安全,提升流域防洪与兴利、利用与保护的协同性。

## 二、流域加强洪水资源化利用的基础条件已经具备

实施洪水资源化利用,提高流域洪水资源利用率,基础是水利工程调控洪水能力(含泄流能力和下游河道过流能力)和暴雨洪水预报水平。近20年特别是党的十八大以来,我国水利基础设施建设和科技迭代升

注:本文为水利部科学技术委员会对洪水资源化利用的专题咨询意见,题目为编辑所加。专家咨询组成员包括仲志余、张建云、王浩、胡春宏、夏军、郭生练、岳中明、金兴平、王翔、卢作亮、吴浩云、李原园、王忠静、王宗志。

级明显加快,水利工程蓄泄洪能力、雨水情监测预报水平等有了很大提升。

### 1.流域防洪工程体系日趋完善,为洪水资源化利用提供了基础设施保障

经过多年建设,我国已建成5级及以上堤防约32万km,已建成水库大坝约9.5万座,总库容约1万亿 $m^3$ ,经过数轮除险加固,大量水库工程可靠性显著提升,洪水调控能力明显增强;结合蓄滞洪区和大量水闸、泵站等设施建设,大江大河基本具备了防御新中国成立以来实际发生最大洪水的能力。长江三峡及其上游水库群、黄河小浪底水库、淮河临淮岗洪水控制工程、西江大藤峡水库等一批大型水利工程在流域洪水调度方面发挥了极为重要的作用。

### 2.雨水工情监测预报体系跨越式发展,为洪水资源化利用提供了更加及时准确的信息支撑

我国已建成世界规模最大的地表水文气象监测站网体系,各类水文测站达13.3万处,基本实现了大江大河及其主要支流和有防洪任务的中小河流水文监测全覆盖,气象卫星、测雨雷达、无人机等新型监测设备与传统站网设施加快融合,重要防洪控制断面、重要防洪工程洪水预报方案不断完善,预见期逐步延长,预报精度逐步提高,为防洪工程调度和洪水资源化利用奠定了坚实基础。同时水利工程安全监测监控体系建设取得重大进展,通过对大坝、水闸等各类工程本体及外部环境因素的实时监测,能够动态掌握工程状态,为及时发现并处置工程安全隐患、保障工程安全运行创造了条件。随着“天空地水工”一体化监测感知体系逐步完善以及洪水预报技术的发展,洪水资源化利用的精准性和安全性将进一步提升。

### 3.有关理论方法与技术研究取得重要进展,为洪水资源化利用提供了重要科技支撑

基础理论方面,对流域暴雨洪水形成演化规律、洪水“利害两重性”的认识不断深化,建立了流域洪水资源可利用量和利用潜力评价体系,摸清了我国洪水资源化利用潜力为6000亿~8000亿 $m^3$ 。

洪水预测预报方面,研制了一批具有自主知识产权的洪水预报模型,全国近2000条河流4300余个断面洪水作业预报已实现常态化,南北方洪水预报精度分别可达90%和70%;同时,高性能并行计算、人工智能等现代化手段的应用大幅度缩短了洪水预报时间。

洪水利用方式方面,20世纪80年代欧美国家提出水库防洪库容分期划分(等同于我国汛限水位分期)

并沿用至今,后又提出河道主动分洪至滞洪区以削减洪峰并滞蓄下渗补充地下水;我国在欧美做法基础上进一步发展丰富洪水利用方式,提出了较为完整的水库汛限水位动态控制运用风险分析方法,并扩展到水库群、流域和区域防洪工程体系,在西北内陆、沿海等地区形成了具有一定特色和良好效果的“地表-地下”联合调控洪水利用技术。

### 4.多个流域积极探索取得显著成效,为洪水资源化利用提供了实践经验

实施洪水资源化利用、坚持旱涝同防同治原则已在防洪规划、防御洪水方案和洪水调度方案中得到体现并付诸实施。早在2003年国务院批准的《永定河防御洪水方案》中就已明确提出“视洪水情况,合理运用大宁水库、永定河滞洪水库,永定河泛区分区运用,减少淹没损失,兼顾洪水资源利用”。塔里木河流域利用洪水开展生态输水,在胡杨集中落种、植物生长繁衍需水期,最大限度横向漫溢下泄水量,扩大沿线输水面积。长江流域统筹防洪与水资源综合利用、水生态环境保护,重点围绕三峡、丹江口等控制性水库群开展洪水调度研究与实践,强化流域控制性水工程联合调度,实现了更大尺度的洪水资源多目标利用:丹江口水库通过优化调度增加南水北调中线一期工程供水量和实施生态补水;三峡水库近10年通过汛期运行水位动态控制和汛末提前蓄水,累计增加发电量约140亿 $kW\cdot h$ ,2010年首次蓄水至175m水位以来16年间共14次蓄满至175m。太湖流域管理局持续优化太湖汛期运行水位,科学调度望虞河、太浦河工程,不仅强化了流域供水安全保障能力,还改善了流域水生态和水环境质量。

### 5.党和政府高度重视,近年来具备了实施洪水资源化利用的政策环境

2022年5月国务院办公厅印发的《国家防汛抗旱应急预案》将“在确保防洪安全的前提下,尽可能利用洪水资源”列入工作原则。2023年10月,习近平总书记在进一步推动长江经济带高质量发展座谈会上强调,努力建设安澜长江,科学把握长江水情变化,坚持旱涝同防同治,统筹推进水系连通、水源涵养、水土保持,强化流域水工程统一联合调度,加强跨区域水资源丰枯调剂,提升流域防灾减灾能力。据此,国家防总副总指挥、水利部部长李国英2024年5月在出席第四届中日韩三国水资源部长会议时提出希望进一步加强极端天气下水旱灾害防御、洪水资源化利用、数字孪生水利等领域的联合研究及成果推广,推

动中日韩水资源领域合作成为地区合作典范。2025年6月,中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《关于全面推进江河保护治理的意见》中,明确提出“坚持旱涝同防同治,在确保防洪安全前提下,促进洪水资源化利用”。

### 三、深入实施洪水资源化利用尚存诸多障碍

受思想观念、工程条件、预报能力和配套政策等多方面因素制约,洪水资源化利用仍面临诸多阻碍和困难,具体表现在以下方面。

#### 1. 对洪水资源化利用的思想认识不统一

近年来,“洪水管理”理念逐步形成、得到推广,但在实际工作中,洪水风险承担和资源获得的辩证思维仍未完全树立,在洪水管理决策中为追求绝对安全导致洪水资源化利用率低,洪水资源化利用工作停滞不前,特别是在涝旱急转等情况下更显其不足。具有防洪、兴利功能的综合利用水库,为保障水库安全,时刻防御设计标准及以上量级稀遇洪水发生,在设计阶段更多考虑汛期空库拦(蓄)洪、汛末蓄水的综合利用要求,对中小洪水利用调度的需求考虑不足。

#### 2. 区域水网系统性、完备性不足

历经几轮防洪规划实施,我国防洪工程体系得到完善,但是洪水调控能力总体不高,库径比(反映水库调节能力的指标,越大表示水库对河川径流的调节控制能力越强)远低于包括俄罗斯在内的大部分欧美国家,不少流域缺乏控制性工程,部分水库防洪高水位以下移民不彻底,且水库群调度灵活性、协同性不足。堤防病险隐患多,蓄滞洪区建设管理相对滞后,分洪运用时需要转移大量人口和财产,精细化程度不高,洪水外排出路不畅,洪水蓄泄格局不完善。

#### 3. 雨洪监测预报技术短板仍然明显

目前数值天气模型对极端降雨的定量预报模拟能力有限,特别是中长期预报能力偏低,气象卫星、测雨雷达的时空精度尚不能满足流域洪水资源化利用需要,中短期降雨的预报精度有待提高,复杂下垫面条件下洪水预报误差较大,特别是工程群建成后叠加累积影响大,前瞻性、精准性水文预报信息缺乏,导致洪水资源调度决策存在较大不确定性。

#### 4. 洪水资源化利用风险分担与效益共享的机制和手段不健全

权责利的“不对等”影响了洪水资源化利用的推动进程。以水库汛限水位动态运用为例,各级防汛主

管部门承担水库自身安全和上下游遭受风险损失的责任,但受益对象主要为水库业主和下游航运市场主体等,尚未形成良性运行激励机制。同时,我国洪水保险业务发展滞后,社会资本参与度低,缺乏可“兜底”的市场化风险分担与对冲机制。

#### 5. 配套政策制度支撑不足

尽管水法、防洪法等法规均提及洪水资源化利用,各流域洪水调度方案也提出了利用洪水资源的原则性要求,但缺乏国家和行业层面的刚性指导意见和配套实施细则。同时,有关水库汛限水位动态控制等方面的技术指南和标准规范缺失,导致洪水资源化利用在实际操作层面缺乏权威依据。

### 四、进一步工作建议

为加快推进洪水资源化利用工作,实现“防住洪水,用好洪水”多赢目标,建议尽快做好以下工作。

#### 1. 优化完善水网设施,夯实洪水资源化利用的工程条件

加快推进规划的大中型水库工程建设,有序实施已建水库扩容疏浚,推进水库防洪高水位以下移民避险搬迁,增强洪水调控能力。利用小型水库、淤地坝、塘堰等设施,提高洪水资源就地利用效率。针对平原区洪水调控利用能力不足的突出问题,加快完善河道、湖泊的防洪体系和外排能力建设,加快蓄滞洪区建设,在充分开展技术经济和社会影响可行性论证的前提下,选择部分蓄滞洪区探索建立分区运用模式。建设高标准多功能的调蓄水库,在洪水期主动蓄洪滞洪,在非洪水期发挥兴利功能,补充地下水和水生态保护修复水量。

#### 2. 加强监测预报,强化洪水资源化利用的信息基础

完善暴雨洪水来源集中区测雨雷达、雨量站建设和水文站网布局,构建“天空地水工”一体化监测感知体系,提高水文多尺度预报业务能力,加快实现雨水情监测预报体系和能力现代化。强化流域跨部门、跨行业信息共享,打破信息壁垒,充分整合中小河流治理、山洪灾害防治、数字孪生水利、现代化水库运行管理矩阵、雨水情监测预报“三道防线”建设成果,有机整合降雨、墒情、水位、流量、泥沙、工程安全、承灾体状态等监测预报信息,建立完备的雨水情监测预报体系和智能科学的洪水预报调度平台,提升雨水工社情信息综合治理能力,加快从暴雨洪水要素预报向影响预报



转变,为有效管控洪水资源化利用风险、精准调度洪水提供全方位信息支持。

### 3. 推动科技创新,加快洪水资源化利用技术进步

在国家“十五五”科技创新规划中优先支持洪水资源化利用研究工作,继续围绕基础理论方法研究、关键技术装备研究等,加大水文水资源、水利工程、气象、人工智能、社会科学等多学科联合攻关力度。在基础理论方面,深化对极端暴雨洪水、涝旱急转演化规律和洪水资源化利用综合约束机制的科学认知,革新我国暴雨洪水设计计算方法。在监测预报技术方面,发展多源信息融合与同化技术,开发大尺度水文水动力学模型,提升短中长期降水和径流预报信息可靠性。在调控利用技术方面,探索高含沙洪水利用技术和地下水超采区、海水入侵区洪水回补技术,研发流域洪水空间均衡和多目标协同利用技术。在决策管理方面,依托数字孪生流域,开发洪水资源化利用实时预报预演和决策分析平台。同时加强技术模式总结和评估,及时出台或修订洪水资源化利用相关的技术标准和规范。

### 4. 强化制度建设,构建“风险-效益”决策机制

强化顶层设计,深化机制改革,加强制度建设,形成“风险共担、利益共享、权责对等”的可持续发展格

局,有效平衡洪水资源化利用的风险和效益。在水法、防洪法修订中明确相应要求,及时修订现行的《汛限水位监督管理规定(试行)》等规章制度,出台加强流域洪水资源化利用的指导方案和实施方案,建立健全大型水库汛期控制运用水位动态管理、蓄滞洪区分类运用管理办法,划定防汛主管部门、水利工程运管单位、洪水灾害影响群体的权责利边界,建立洪水管理的“风险-效益”决策机制,确保防洪安全责任得到落实、防洪风险得到有效控制,并明确防汛主管部门的激励和免责机制。推广洪水保险制度,通过财政补贴和税收优惠激励保险公司开发差异化洪水保险产品,大幅度提高洪水保险覆盖率,分担灾害风险。

### 5. 推动流域试点,形成洪水资源化利用的示范效应

将强化洪水资源化利用纳入“十五五”国家水安全保障规划。在七大流域防洪规划修编、洪水与水量调度方案编制中,明确洪水资源化利用的具体要求,加大落实旱涝同防同治力度。推动以流域为单元的洪水资源化利用试点。选取工程条件和监测预报基础较好、防洪风险可控、特色明显、预期效益显著的流域开展洪水资源化利用试点,以典型应用场景推动技术应用和管理实践。

责任编辑 王 慧