

新时期水资源调配的关键问题与实施路径

王浩¹, 游进军¹, 王婷¹, 蒋云钟¹, 李君宇²

(1. 中国水利水电科学研究院流域水循环与水安全全国重点实验室, 100038, 北京; 2. 水利部调水管理司, 100053, 北京)

摘要: 水资源调配是实现水资源空间均衡、发挥水网整体效能、促进高质量发展的关键措施。当前, 水资源刚性约束制度和国家水网建设作为重大战略正在同步推进实施, “四水四定” “适水发展” 理念正逐步成为社会共识并落实到行业管理中, 水资源调配要求和条件发生了根本性变革, 新时期技术方法的进步也带来了新的机遇。传统“以水论水” “以需定供” 模式的水资源调配已经不能适应新形势、新要求, 需要提高认识、把准问题并抓住机遇, 提出有效解决方案。在分析新时期水资源调配面临的机遇和挑战基础上, 提出了当前在调配范围和决策方向、调配路径分析、供需形势判断、调配措施制定等方面面临的关键问题, 按照切实遵循水资源刚性约束、坚持“空间均衡”、落实“以水定需” 调配原则, 分析了解决的方案和应对措施。针对存在问题, 从政策导向、技术突破、工具研发、标准制定等方面, 提出了推动水资源调配管理现代化的实施路径, 相关成果可为区域行业发展规划、水利工程优化布局、涉水管理政策制定等提供借鉴参考。

关键词: 水资源调配; 水资源刚性约束; 供需分析; 空间均衡; 四水四定; 国家水网

Key issues of analysis and implementation paths for water resources allocation and regulation in the new era//WANG Hao, YOU Jinjun, WANG Ting, JIANG Yunzhong, LI Junyu

Abstract: Water resources allocation and regulation is the essential measure to achieve spatial equilibrium of water resources, improve the overall efficiency of the water network, and promote regional high-quality development. Nowadays, the institution building of water resources constraints and national water network construction are being promoted as national strategies, and concepts of “water dominates development” and “water-adapted development” have gradually become a social consensus and implemented in socio-economic management. The requirements and conditions for water resource allocation and regulation are changing fundamentally, and the dramatic progress of technological methods in the new era has also brought new opportunities. The traditional water resource allocation and regulation model of “determining water based on water itself” and “determining supply based on demand” can no longer fully adapt to the new situation and requirements. It is necessary to raise awareness, identify problems, seize opportunities, and propose effective solutions under new conditions. Major challenges and opportunities faced by water resources allocation and regulation and its involved key issues in the new era are put forward based on a systematic analysis, then the key issues faced in water allocation and regulation are summarized, including: understanding in ranges and ways of decision-making, analysis of allocation and regulation path, judgment on supply-demand situation, and measures designing on allocation and regulation. The solving direction and pertinent countermeasures are analyzed, following the principles of water resources constraints, “spatial equilibrium” and “water determining demand”. In response to the existing problems, the implementation paths for modernization of water resources allocation and regulation management are summarized, from the aspects of policy making, technological

收稿日期: 2025-06-09

作者简介: 王浩, 中国工程院院士, 主要从事水文水资源研究。

基金项目: 国家自然科学基金(52209042、52079143)。

breakthroughs, models development, and standards design. The relevant contents could provide references for the decision-making on regional development and industry development, the optimal layout and operation of key hydraulic engineering, and policy-making on water-related management.

Keywords: water resources allocation and regulation; water resources constraints; supply and demand analysis; spatial equilibrium; water dominates development; national water network

中图分类号: TV213.4 文献标识码: B 文章编号: 1000-1123(2025)13-0008-06

DOI: 10.3969/j.issn.1000-1123.2025.13.002

夏汛冬枯、北缺南丰、水资源时空分布不均是我国基本水情,水资源分布与生产力布局不匹配是当前我国经济社会高质量发展的最大制约。水资源调配既是落实水资源刚性约束制度的基础,也是系统治水促进高质量发展的基础,不仅需要调节管控水资源,也需要引导行业发展,相关技术和管理正面临新形势、新要求、新条件下的重大变革。系统梳理新时期水资源调配分析和决策中的关键问题与实施路径,将“水资源刚性约束”“适水发展”等新理念融入水资源调配技术和管理工作中,对推动实现水资源空间均衡意义重大。

一、新时期水资源调配面临的机遇与挑战

水资源调配是水利行业最基础和关键的工作,核心是通过调控水分配和水需求合理解决水供求关系,涉及水源开发、需求控制、效率提升、生态保护、工程调度等一系列过程。半个多世纪以来,我国水利工程建设经历了从防洪到灌溉再到城镇供水、从大流域整治到中小河流治理、从骨干工程建设到配套续建挖潜、从水源开发到生态环境保护等具有不同重点和特色的阶段,目前进入全面提升的国家水网构建阶段。与之对应,水资源调配工作重点也从开源为主转向节水优先、从粗放式开发转向精细化管控、从建设为主转向建管并重。传统水资源调配侧重“就水论水”,重点是通过各类工程与非工程措施解决水资源时空分布不均衡问题,核心关注点和发力点在水本身。近年来,水资源刚性约束和“以水定城、以水定地、以水定人、以水定产”(以下简称“四水四定”)正逐步形成社会共识。同时,随着国家水网建设的全面推进,水资源调配条件发生巨大变化,此外大数据、人工智能、数字孪生等信息技术加速升级并广泛应用,水资源与社会各行业管理的复杂关联度急剧增加,水资源调配面临重大挑战,亟须突破“就水论水”模式。

1. 新形势新理念对调配管理提出更高要求

习近平总书记提出“节水优先、空间均衡、系统治

理、两手发力”的治水思路,为推动新阶段水利高质量发展指明了方向。水资源刚性约束、“四水四定”、河流伦理等新治水理念相继提出,要求以水资源条件为基础确定经济社会发展布局、结构和规模,推进河湖生态复苏,促进高质量发展,水资源管控与行业发展更加紧密。发展改革、自然资源、农业农村、工业和信息化、生态环境、住房城乡建设、能源等领域的适水发展需求日益增强,各行业发展规模布局决定了水需求的总量和分布,其决策成为水资源调配工作的重要组成,需要更加规范地纳入到水资源调配管理范围内。

然而,传统水资源调配以解决水量供需平衡为主要目的,未能充分反映新时期涉水管理深入各行业的实际需求,难以科学处理水与“城、地、人、产、绿”等发展要素的均衡关系。遵循新治水理念开展水资源调配分析,是落实习近平总书记治水思路的关键举措,有利于推进与水资源条件相适应的经济社会高质量发展,引导行业发展和重大水利工程合理布局。

2. 水网构建运行有待于调配决策能力提升

2023年5月,中共中央、国务院印发《国家水网建设规划纲要》,我国水利建设迈上新台阶。国家水网是一个复杂巨系统,包含“纲”“目”“结”三类要素,融合不同水源和各类用户,形成国家骨干网、省级水网、市级水网、县级水网等多层级水网体系,面广点多结构复杂,水流、物质流、能量流纵横其间。水资源调配技术是促进多层级水网构建与协调运行,更好发挥国家水网保供水、优生态、防洪涝综合效益的关键。水网运行面临众多的调度对象、动态的决策方向、海量的方案组合等特点。面对复杂度呈指数增长的多层次水网体系,如何高效合理适应发展和保护需求,实现水资源调配科学决策是亟待解决的科学问题。

3. 新技术新方法为调配技术进步带来机遇

传统水资源调配技术围绕水利行业自身需求构建,相应的分析目标、技术方法、数据口径等带有行业属性。分析目标侧重供水保障,“以需定供”为主导,

对水资源刚性约束响应不足且存在滞后性;技术上依赖模型计算,过程繁琐耗时,主观性强;数据口径与现行用水统计、经济社会管理口径存在不一致,数据来源以水资源公报、年鉴等为主,范围有限,时效性与代表性均有所欠缺。

水资源调配本质是综合决策,数据、经验和推演能力是提升决策分析水平的基础。近年,人工智能和大数据、数字孪生和大模型等新分析技术兴起,“天空地水工”一体化监测感知体系、水利遥感卫星应用等新数据获取手段日新月异,正对传统技术形成强劲冲击,为水资源调配技术的系统性升级重构提供了前所未有的战略契机,既是挑战也是机遇。

二、推进新时期水资源科学调配的关键问题

1. 变革理念——切实遵循刚性约束,强化供需双向调控

水资源时空分布服从自然规律,需水时空分布服从发展规律。水资源调配是以不同手段调节二者时空分布满足发展和保护要求的综合决策,目标是合理解决水供求关系,取得更大综合效益。水资源调配在手段上,既包括水源开发配给,也包括用水需求控制;时间上,既包括中长期的预判适应,也包括短期调整控制;空间上,既包括跨区水量分配传输,也包括用户终端管理。

传统水资源调配注重改变水的时空分布适应发展需求,以水源工程开发增加供给满足需求增长为主。事实证明,这种“以需定供”模式会导致水资源过度开发,带来生态环境负效应,增加区域行业间用水矛盾。此外,受主观因素影响,用水需求预测通常偏大,导致供水工程不能发挥预期效益,造成浪费。因此,必须转变思路,把控两个要点,从“以需定供”迈向“以水定需”。首先是明确水资源约束,强化开发边界和监管手段,预防和纠正过度开发;其次是从水的调节延伸到调人、调地、调经济、调结构,协调优化需求端时空分布,引导“适水发展”,建立供需两端共同发力、协同控制的水资源调配新模式。

2. 创新引领——分类匹配,分层解析,建立均衡调配路径

根据生态文明建设理念,“空间均衡”核心是人口经济与资源环境相匹配。水资源空间均衡就是要根据水资源条件和生态保护要求,统筹人口分布、国土开发、经济规模结构和供水布局,使水供求关系在空间上

平衡、过程上匹配,实现社会净福利最大化。因此,空间均衡是落实“以水定需”的科学指引,通过系统完整的指标和量化评价方法,全面表征水的需求-供给关系和问题症结,提供决策方向和定量依据。

水资源空间均衡存在两个层次的分析判断,一是水的开发利用与发展、保护的整体均衡,二是这种关系在区域间的均衡。第一个层次中,首先需要划定水资源合理开发边界,确定“以水定需”中有多少水可用,协调水与保护的均衡;其次是确定水资源约束下“城、地、人、产、绿”的合理规模和布局,解决水与发展的均衡;再次,满足不同河流水系、地下含水层的生态保护要求,确定不同水源开发规模适度 and 利用方式合理,解决开发与保护在时空分布过程上的均衡。第二个层次是在满足发展与保护整体均衡基础上,促使水与发展、水与保护、水源开发在不同区域大致均衡。

3. 兼容并包——多源分析,厘清短板,客观核实保障能力

供水保障能力是水资源调配的基础,由水资源条件、生态保护要求、工程能力等3方面要素确定。水资源条件和生态保护要求反映水资源刚性约束边界,确定“以水定需”中可用水的上限,工程能力反映将这部分水转化为有效支撑发展的供水保障手段和能力,是确保“定需”能落实的硬件条件。需要结合以上三方面要素,明晰不同情景下各类水利工程的供水效果,才能有效判断提升供水保障能力的方向。

供水保障能力涉及不同表达方式和分析方法,如水资源可利用量、供水能力、可供水量等常用概念以及目前正在推行的可用水量概念,均从不同角度反映了这种能力,其量化分析是一项复杂的技术工作。水源类型、工程类型、供水范围、用户类型、区域工程组合方式、调度原则、需水总量、生态流量过程等因素都会影响计算结果,不同计算准则和方法会产生不同结果,实际分析中需要设定情景得出对应结果。例如,全国水利工程的供水能力已经超过9000亿 m^3 ,较大幅度超过总的用水需求,但受来水限制和区域分布影响,实际供水并不能达到工程设计值。此外,实际工作中,受管理因素影响,供水保障能力并非完全依靠分析计算得出,已制定和颁发的水量分配方案、用水总量控制指标、取水许可证等,包括已批复的规划或工程方案中的可供水量,一定意义上都代表了供水保障能力。

水资源调配决策重点是判断资源条件、生态约束、工程能力等要素的短板,分析提升供水保障能力的方

向和可行措施。因此,可从3个途径开展可供水量分析,结合实际判断制约因素,应用于决策:①技术分析,在区域水资源可利用量评估基础上,结合现有和规划工程条件,分析满足生态约束的可供水量;②政策分析,以分水指标、地下水控采方案、非常规水利用指标等水源开发控制目标,以及批复规划供水方案等作为依据分析可供水量;③数据分析,以实际供水系列最大值为基础,结合不合理供水扣减、新建工程供水增量分析等手段,基于实际对比分析提出可供水量。

4. 革故鼎新——明晰边界,分级保障,科学研判分层需求

新时期加强生态文明建设、落实水资源刚性约束制度以及推进重点区域重大战略,重塑了我国水资源需求格局。实践表明,多数流域区域实际用水量、用水结构与规划预期偏差过大,跨流域跨区域调水工程受水区尤为明显。一般是需水总量偏大,不同行业有所不同,高估生产用水,低估生态用水,生活需水相对合理。究其根源,首先,技术层面上将经济增长与用水进行外延式关联,高估了经济增速、规模增长,低估了发展模式转变、用水效率提升,导致预测需水偏大;其次,管理层面上存在主观倾向,需水预测通常服务区域发展规划或工程立项等,容易夸大需求助力项目上马。无论何种因素,本质上都是对用水规律认识不清。对需水预测的科学开展,应遵循水循环及其演变的自然规律,恪守经济社会发展客观规律,精准把握用水量和用水效率演变趋势和特征,顺应区域自然本底、资源禀赋、发展阶段等因素影响下的用水变化规律。

从实际管理出发,不同用水对象需水的迫切性与缺水损失不同,因此其用水保障应体现一定的层次性。《河湖生态环境需水计算规范》(SL/T 712—2021)提出“基本生态流量”概念,将其定义为维持河流、湖泊、沼泽生态环境功能不丧失需要保留的基本水流,确定了生态保护中的重点要求。借鉴该定义,可将需水划分为基本需水和一般需水两个层次。将确保居民基本生存、社会稳定以及国家战略发展目标的需求界定为基本需求,其合理用水效率下的需水定义为基本需水;符合区域发展定位及规划要求但非基本需求的用水对象,其合理用水效率下的需水为一般需水。

不同用水对象需进一步细化需求层级。居民生活中符合区域标准的需水可作为基本需水,超过标准追求更高品质生活的需水(如家庭游泳池、草坪用水等)作为一般需水;工业用户需区分存量与增量,已有企业

符合存量节水要求的需水为基本需水,新增企业符合国家战略要求、满足增量节水要求的需水为基本需水,其他符合区域发展定位和节水要求的需水为一般需水;农业用户应根据区域粮食生产目标和基本农田状况,结合粮食输入输出情况,将保障粮食生产目标的需水作为基本需水,适度的特色产品用水需求也可作为基本需水;人工生态环境用户以满足城镇公共绿地、环境卫生、城区绿地湿地维持(耗水)的需水为基本需水,具有特殊意义的重要生态用水需求(如重点湿地水平衡维持、严重超采区地下水回补、重点生态防护林等)也可作为基本需水。

5. 与时俱进——动态适应变化形势,有效制定调配措施

水资源调配分析是支撑水资源科学管理、经济社会高质量发展的主要技术途径。受发展阶段影响,传统水资源调配决策通常聚焦供给侧,以是否新建水工程为导向。新时期“节水优先”推动需求侧深度调控,节水成为水资源调配的重要措施,并形成城镇节水降损、工业节水减排、农业节水增效三大技术路径。上述两类措施分别从供给侧开源、需求侧节流指引了水资源调配方向,但“开源节流”远不止于此,新时期“空间均衡”“四水四定”赋予其更深层次意义。

首先,需要按照供需双向调节理念分析措施并制定边界。水资源调配不仅仅是供或需单侧的调控,需要坚持节水优先、合理控制需求、有效保障供给,确保用水需求刚性合理、水资源供给规模适度。其次,应识别水资源供需失衡的制约因素,包括水源条件、工程条件、用水效率以及社会经济规模等。最后,应适应区域功能定位和水资源约束,统筹发展规模控制、用水效率提升、供水潜力挖掘、水源工程建设以及调水等措施可行性和优先序,提出保障高质量发展的决策方向和方案。

三、构建水资源调配管理现代化实施路径

针对新时期面临的问题和机遇,需要抓好顶层设计,逐步完善管理体系。遵循新时期治水思路促进水资源科学调配的共识,按照政策先行、技术突破、工具提升、标准引导的实施路径,循序渐进推进水资源调配管理现代化,适应新需求科学决策。

1. 加强供需双向调节的政策导向

现有的水资源调配手段总体以调节控制水为主,如开源、节水、挖潜、治污等,缺少针对发展的调节,对照水与发展协调布局的空间均衡管控要求仍有差

距。需要完善相应的政策,加强双向调节的水资源调配管理对策研究。①强化水资源刚性约束,坚持“四水四定”,健全监控体系,把握保护与发展的均衡关系和区域水供求趋势,建立健全以水资源条件约束经济社会发展规模结构和布局的管理制度,提出因地制宜、分类施策的意见,引导适水发展。②依托国家水网建设与调度,动态适应发展保护要求。布局上,适应供给侧调控需求,明确水网建设任务,构建多层次水网,加强互联互通,全面提升供水保障能力;管理上,加强水网统一调度,结合“预报、预警、预演、预案”要求提升智能调配水平,动态匹配供求关系,精准实施供用水调配。

2. 突破水资源调配分析技术瓶颈

现有的水资源空间均衡研究大多集中于概念、表征指标以及评价方法等,缺少对调控机制的深入探究。有别于双向的平衡关系,空间均衡需统筹水与不同维度发展保护的复杂关系,以水量平衡为基础,通过底线约束与经济性考虑兼顾公平与效率,相关研究亟须向深度综合调控转变。

因此,以空间均衡为指引的水资源调配分析技术必须具有综合性、整体性,满足水资源刚性约束下的三重均衡分析。①发展与保护的均衡。使有限的水在城、地、人、产、绿等多要素间的配置尽量均衡,既保障基本需求,也追寻更高效益。②水源开发供给均衡。促进不同水源、不同水系开发强度尽量均衡,既保障供水安全、提高供给效率,也兼顾不同工程供水效益。③区域发展均衡。通过水的高效流动提升总体发展水平,缩小区域发展差距,推动高质量发展。实现这一系列均衡分析具有高度复杂性,须找准要点难点,深度耦合决策经验与技术创新,精准突破复杂系统瓶颈,重构新时期水资源调配技术路径。

3. 构建水资源调配决策分析成熟工具

“四水四定”既是水资源调配的重要目标,也是决策准则,亟待构建与之适配的决策分析工具。目前“四水四定”还处于探索研究阶段,集中于概念框架要素指标(城、地、人、产及其与水的关系)解析,分析方法局限于综合评价,缺乏支撑空间均衡目标下水与发展双向协同分析的成熟工具。国家水网规划建设背景下水已紧密融合到城、地、人、产等多要素发展博弈中,区域发展目标及优先序、可用水量边界、节水潜力、效益评估、风险分析等均需要纳入“四水四定”管控决策范围,作为水资源调配分析考量因素。

“四水四定”既是一项复杂的技术工作,又需要与当前的管理政策、技术要求紧密关联,考虑其目标下的水资源调配分析离不开数学模型工具。破解相应技术瓶颈,须攻克三大关键问题:①建立水资源刚性约束有效落地的多维控制机制,遵循规律建立公平高效的水与发展双向调控准则,匹配区域特征实现合理管控用水效率、引导水量优化分配、确定发展规模布局的整体决策;②研发具备通用特性和个性化定制的分析技术和模型,靶向解决现有模型中基础数据采集难、方法主观性强、水网适应性弱、调配决策难等痛点;③融合区域水网特征,打通多层次水网的调配管理链路,强化信息化技术应用支撑“以水定需、适水发展”的整体决策分析。通过“规律—机制—准则—技术—模型—应用”的闭环研发改进,提升水资源调配的规范性、科学性。

4. 推动水资源调配相关标准落地

现有水资源调配相关技术标准主要服务于水资源规划等工作,存在“以需定供”现象,与新时期治水思路结合不够密切,跨行业支撑明显缺位。因此,亟待立足涉水论证全域化、跨行业协同新需求,加快编制统领区域行业发展论证与水工程规划的水资源调配技术标准,规范相关工作。一方面,标准应坚持需求导向,突出结果指导性,量化区域水资源和发展匹配关系,提出水资源总量平衡意见建议。相关标准应具备技术和管理双重指导作用,既可为技术人员提供分析路径和技术方法,又可为决策人员宏观判断、决策方向识别提供依据。另一方面,标准应坚持创新引领,充分结合治水新理念新要求,强化时效性,需要充分吸收相关先进适用成果,确保前沿性。

四、结语

水资源调配是新时期水利高质量发展的重要抓手,肩负双重使命,既需要科学指导水资源开发利用,更需要统筹引导国民经济“适水发展”布局,从而有效落实水资源刚性约束制度、支撑国家水网建设。本文以此为切入点,在分析水资源调配面临的机遇与更高要求基础上,总结了当前面临的关键问题,按照理念上双向调控、路径上分层均衡、供给侧厘清短板、需求侧分级保障、措施上动态统筹提出攻坚方向,从政策导向、技术突破、工具研发、标准制定等方面提出新时期水资源调配管理的实施路径,通过管理与技术的双轮驱动,实现水资源调配管理现代化跃升,全面赋能高质

量发展。

参考文献:

- [1] 李国英.进一步全面深化水利改革 为推动水利高质量发展、保障我国水安全作出新的贡献[J].中国水利,2025(2):1-9.
- [2] 游进军,贾玲,杨朝晖,等.协调公平与效率的“四水四定”研究I:方法与模型[J].水利学报,2024,55(2):158-166.
- [3] 王浩,许新发,成静清,等.水资源保护利用“四水四定”:基本认知与关键技术体系[J].水资源保护,2023,39(1):1-7.
- [4] 游进军,林鹏飞,蒋云钟,等.供水能力相关概念及计算方法辨析[J].水利水电科技进展,2021,41(6):72-77+87.
- [5] 王婷,游进军,杨益.浅析国土空间规划体系下水资源刚性合理需求[J].中国水利,2020(21):23-25.
- [6] 邢姝颖,刘德地,程玉菲,等.干旱半干旱区跨流域调水对供水格局的影响[J].水资源保护,2025,41(3):232-243+264.
- [7] 蒋云钟,冶运涛.实施水资源刚性约束制度的智慧化管理需求探讨[J].中国水利,2024(9):29-33.
- [8] 王浩,游进军.中国水资源配置30年[J].水利学报,2016,47(3):265-271+282.
- [9] 李卓蔓,周伍光,赵琴,等.基于数字孪生的灌区水资源调配支撑系统设计与实现[J].人民黄河,2024,46(S2):195-196.
- [10] 方国华,赵文萃,李鑫,等.南水北调东线工程江苏段水资源调配研究[J].水资源保护,2023,39(4):1-8.
- [11] 杨明智,许继军,桑连海,等.基于水循环的分布式水资源调配模型开发与应用[J].水利学报,2022,53(4):456-470.
- [12] 王宗志,叶爱玲,刘克琳,等.流域水资源供需双侧调控模型及应用[J].水利学报,2021,52(3):265-276.
- [13] 郇建强,王平,何君,等.水资源空间均衡理论与对策措施研究[J].中国水利,2019(23):23-25.
- [14] 左其亭,贺豪,臧超,等.“四水四定”研究Ⅲ:实施路径及保障体系[J/OL].南水北调与水利科技(中英文),1-9[2025-05-08].http://kns.cnki.net/kcms/detail/13.1430.TV.20250421.1420.004.html.
- [15] 魏豪杉,王红瑞,郝鹏鑫,等.基于水资源空间均衡的“四水四定”调控模型构建[J].水资源保护,2024,40(3):71-77.
- [16] 王浩,周祖昊,褚俊英,等.北方缺水地区“四水四定”创新管理战略研究[J].人民黄河,2025,47(2):1-7.
- [17] 吴强,刘汗.建立水资源刚性约束制度的几点思考[J].水利发展研究,2024,24(3):9-12.
- [18] 刘鑫,游进军,贾玲,等.基于人-水-城联动制约关系的宁夏“以水定城”方法研究[J/OL].水利水电技术(中英文),1-18[2025-05-20].http://kns.cnki.net/kcms/detail/10.1746.TV.20250410.1025.002.html.
- [19] 杨朝晖,王彦兵,杨贵羽,等.高质量发展下区域“以水定人”研究——以宁夏回族自治区为例[J].水利水电技术(中英文),2021,52(S2):164-167.
- [20] 郑国楠.“以水定绿”的内涵、实践探索和实施路径[J].中国水利,2024(9):45-50.
- [21] 张茵,王婷,游进军,等.全国水-社会经济耦合协调时空演变及其障碍因子分析[J].水利水电技术(中英文),2023,54(1):64-74.
- [22] 王喜峰,马真臻.双循环格局下我国需水空间形势的研判[J].中国水利,2020(21):32-34.
- [23] 杨景茜,曹菊萍,周宏伟.丰水地区“四水四定”内涵与制度框架建设研究[J].水利技术监督,2024(2):135-139+228.

责任编辑 刘磊宁