

河流伦理研究及其在流域综合管理中的应用

夏 军^{1,2}, 薛 颖², 骆文广¹, 秦伯强³, 李朋俊¹

(1. 武汉大学水资源工程与调度全国重点实验室, 430072, 武汉; 2. 中国科学院地理科学与资源研究所陆地水循环及地表过程重点实验室, 100101, 北京; 3. 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 210008, 南京)

摘 要:流域水资源综合管理蕴含诸多的河流伦理问题。通过介绍河流伦理的内涵及内容, 分析黄河“八七”分水方案、新安江生态补偿方案、小水电清理整改方案、都江堰生态水利工程、淮河“水量-水质-水生态”联合调度等案例, 重点研讨了流域水资源综合管理面临的河流伦理问题, 包括流域水资源分配的公平, 河流健康权利, 水资源综合管理的公平性、正义性和责任性等。案例表明, 河流伦理思想和相关研究将在流域水资源分配、流域生态保护及流域治理中起到重要的基础与支撑作用。展望未来, 变化环境下的流域智慧管理与河流伦理的交叉研究, 将会产生更加深入结合与发展的成果。

关键词:河流伦理; 水资源; 环境治理; 生态保护; 智慧管理

Research of river ethics and its application in integrated river basin management//Xia Jun, Xue Ying, Luo Wenguang, Qin Boqiang, Li Pengjun

Abstract: Integrated management of water resources of river basin encompasses numerous ethical elements related to river. With introduction of meaning and contents of river ethics and case studies of Yellow River Water Allocation Plan in 1987, ecological compensation plan of the Xin'an River, small hydropower clean-up and rectification plan, Dujiangyan ecological water project, and joint operation of “water quantity-quality-ecology” of the Huaihe River, the article focuses on river ethics in integrated management of water resources of river basins, including fairness of water allocation, right of river for health, and equity, justice and accountability in integrated water resources management. The cases demonstrate that river ethics thoughts and related studies play foundational and supportive role in water allocation, ecological protection and governance across river basins. Looking to the future, the interdisciplinary study of smart river basin management and river ethics under changing conditions shall deliver highly integrated and developed outcomes.

Keywords: river ethic; water resources; environment management; ecological protection; intelligent management

中图分类号: TV882.8 文献标识码: B 文章编号: 1000-1123(2024)12-0001-06

河流是地球上径流水资源形成与输送的最重要通道和关键系统。河流提供人类生存的饮用水水源, 支撑农业灌溉, 是工业发展的基础, 同时也为生物多样性提供栖息地, 对维持生态平衡、调节地区气候以及经济社会发展都起着关键作用。但是, 近半个世纪以来, 高

度人类活动和经济社会快速发展对河流进行无序开发与利用, 导致了严峻的河流水环境与水生态问题, 这些问题已成为区域水安全及经济社会可持续发展的焦点, 引发人们对人与自然和谐共生关系的关注, 也迫切呼吁开展河流伦理研究, 强化其在流域水资源管理中的支撑

收稿日期: 2024-06-19

作者简介: 夏军, 中国科学院院士。

基金项目: 中国科学院环境伦理咨询项目 (XBKJLL2024001); 国家自然科学基金长江水科学研究联合基金 (No.U2340213)。

作用。例如,2004年水利部黄河水利委员会提出了“维持黄河健康生命”的治河新理念,水利部长江水利委员会提出了“健康长江”口号,进而发展为“重塑人与河流关系的伦理”以及“河流伦理”的基本概念。

伦理学是一门社会科学,传统上隶属哲学和法学范畴。河流伦理这一概念论述的是将人类道德对象的范围扩展到人与河流的和谐关系,强调了河流作为生态系统的组成部分,具有不可替代的价值和权利。河流的价值包括其服务于人类活动的经济价值及其维持生态环境健康的环境价值、历史价值、审美价值等。河流伦理思想将河流视为一个生态环境主体,意味着认识到河流本身就应享有一定的权利,例如维持其流动性的权利、保持生态系统完整性的权利以及不受污染的权利。这种观点也推动了包括新西兰旺格努伊河和印度恒河在内的多条河流被赋予法律人格,这标志着河流权利观念在全球范围内逐渐得到认可。同时,河流的“发展权利”涉及其生态系统健康发展的权利,不仅是避免被污染和退化,还包括复原和恢复的权利。这意味着河流的治理和利用应当以不损害其自然功能和生态服务功能为前提,对河流的任何开发活动都需要在不破坏其生态平衡的基础上进行谨慎考量。

河流伦理问题的研究涉及水资源的公平分配、流域生态保护与恢复、流域综合管理、河流的法律地位、文化精神价值等多个方面。主要目标是发挥道德功能调节人类行为,保护河流生态系统的健康和可持续发展,维护河流生命的整体性。随着流域水污染和水生态退化等问题愈加凸显,河流伦理迫切需要从科学技术和交叉领域视角开展研究,以水文学、水生物学、工程学等学科为支撑,通过法律、政策以及公众意识的加强,更好地保护自然资源,确保其持续为人类和地球其他生命形式服务。未来的河流管理策略需要综合考虑环境、社会和经济因素,采取更加全面和持续的保护措施。

本文将讨论以水量、水质和河流生态健康为主体的河流伦理构建理论和跨学科科学问题,包括考虑公平与正义的流域水资源及生态资源公平分配、考虑河流健康权利的河流连通恢复与生态水利工程建设、考虑人与流域生态关系的流域综合管理等;探讨河流伦理及流域智慧管理的未来发展,提出变化环境下构建河流伦理面对的机遇与挑战。

一、考虑公平与正义的河流水资源分配

流域水资源作为流域范围内的公共资源,存在多用

户的矛盾与博弈。例如,上游水资源利用或污染水体的排放行为,将对下游的生产与生活产生重要影响;如何分配水资源,平衡上下游的生存权利和发展权利是河流伦理的重要议题。我国在流域水资源分配及流域水生态保护等方面做出许多努力,将河流伦理的公平与正义思想渗透其中。本文以黄河“八七”分水方案和新安江生态补偿方案为例,为以河流伦理思想指导流域水资源公平分配与维护流域生态平衡提供借鉴。

1.黄河“八七”分水方案

黄河,作为我国的第二长河,是我国西北、华北地区农业、工业和居民生活的重要水源。黄河流域幅员辽阔,跨9个省(自治区),而黄河流域的水资源不仅稀缺,且分布不均,加之人口众多,工农业需水量大,导致流域水资源供需矛盾十分突出。上游无节制的取用水导致下游水质、水量达不到要求,既危及下游居民的生活用水,也破坏了黄河生态系统。自20世纪70年代开始,黄河流域用水刚性需求持续增长,水资源供需矛盾加剧,下游频繁断流。

1987年,基于对黄河流域水资源的科学研究和合理评估,国务院颁布《黄河可供水量分配方案》(通称“八七”分水方案),该方案是国内第一个全流域水量分配方案。“八七”分水方案不仅考虑水资源量,也考虑各省(自治区)的人口分布、经济发展及产业结构,通过分水方案制定、取水许可总量控制等措施,规定各省(自治区)具体的水量分配比例,有助于保证上游和下游地区的水权平衡,提高了水资源利用效率,保障了流域防洪安全,实现了黄河干流20年不断流,对缓解黄河水资源供需矛盾、保障流域供水安全、维持河流基本生态流量等发挥了重要作用,成为黄河流域管理的关键技术支撑。

当前,变化环境正在持续改变黄河流域的水资源分布格局。随着南水北调工程的贯通,黄河流域的水资源供需格局也在发生变化,各省(自治区)用水特征与结构也发生了变化,需要运用河流伦理的理论,对流域水资源分配进行适应性调整,以更公平地分配取用水权,促进流域和谐健康发展。

2.新安江生态补偿方案

新安江地跨安徽和浙江两省,起自安徽省黄山市休宁县六股尖,其干流经休宁县、歙县,至街口流入浙江省新安江水库(即千岛湖),干流长373 km,流域面积超1.1万km²,见图1。其中安徽境内长242 km,流域面积6500 km²。千岛湖为国家一级水体,生物多样性

性丰富,是国家5A级旅游景区,也是杭州市的主要水源地之一。为满足下游经济发展的水质、水量要求,新安江上游地区致力于生态环境保护,丧失了一定的发展机遇,生态建设和保护成本不断增加,上下游地区的经济发展差距不断增大。相应地统计年鉴显示,2010年杭州市人均GDP为71 007元,2010年黄山市人均GDP为22 473元,杭州市的人均GDP达到黄山市的3.16倍。

为追求流域资源分配的公平和正义,2012年,财政部、环保部、安徽省、浙江省签订《新安江流域水环境补偿协议》,基于“成本共担、利益共享”的共识,以省界断面监测水质为依据,通过协议方式明确流域上下游省份各自职责和义务。新安江流域成为全国首个跨省流域的生态补偿机制试点,通过市场机制和政策手段,生态环境保护和修复的成本与效益在相关主体之间得到合理分配。2022年杭州市人均GDP为152 588元,2022年黄山市人均GDP为75 505元,杭州市的人均GDP为黄山市的2.02倍,收入差距正在不断缩小。

“新安江模式”在安徽全省和全国其他10个流域、15个省份复制推广,新安江流域成为生态补偿机制建设的先行探索地。新安江流域通过生态补偿,弥补了上游因保护生态而限制发展带来的经济损失,实现了流域内部的水资源公平利用和生态保护,流域成为一个共同守护的整体,加强了浙皖两省合作,实现了互

利共赢,体现了河流伦理思想的实践与应用。新安江流域的成功为我国生态保护补偿制度建设提供了宝贵经验,2024年6月1日起,《生态保护补偿条例》施行,标志着我国生态保护法治化建设迈入新时代,为河流伦理的制度化提供依据。面对新的环境和生态补偿机制需求,未来需要探讨新的上下游生态补偿发展机制,需要从单纯的经济和金融补偿上升到如何促进上下游经济社会高质量发展的新阶段。

二、考虑河流健康权利的水利设施建设

河流伦理的核心之一是保护河流的生态完整性,这对于维护生物多样性、保护水源、减少洪水和干旱风险至关重要。通过对河流伦理开展研究,我们可以更好地理解河流生态系统的复杂性和脆弱性,从而开发出更有效的保护和恢复策略。本文以我国小水电绿色发展实践和都江堰水利工程为例,探讨如何利用河流伦理思想指导水利工程建设,在水利工程建设中考虑河流健康,保持河流生态流量,促进流域生态平衡。

1. 小水电绿色发展实践

小水电的建设为提高我国偏远山区农民的用电率及山区帮扶等作出了重要贡献,然而,随着生态文明建设和国家对环境保护提出新的要求,山区传统小水电尤其是引水式小电站的过度开发,致使山区减水河段干涸及生态系统破坏。这不仅阻断了河流的自然流动,影响了鱼类和其他水生生物的迁移路线,也破坏

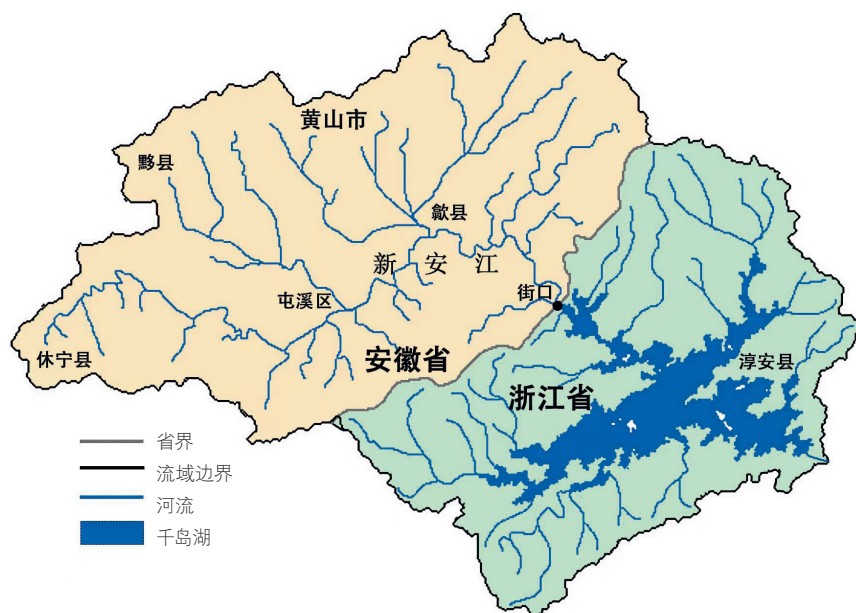


图1 新安江流域示意图

了生态系统的完整性。河流伦理中的开发和保护内容,已经成为新时期河流生态文明建设中突出的挑战与问题。2018年年底以来,水利部、国家发展改革委、生态环境部、国家能源局等部门联合出台《关于开展长江经济带小水电清理整改工作的意见》《关于开展黄河流域小水电清理整改工作的通知》《关于进一步做好小水电分类整改工作的意见》等文件,对小水电站进行清理和整改。在清理违规小水电和整改未达标小水电的同时,开展生态修复,通过修建生态流量泄放设施、监测设施以及必要的过鱼设施等,减轻小水电对流域生态环境的不利影响,保障河流的生存权利和发展权利。截至2023年年底,已完成长江经济带小水电清理整改,黄河流域和其他区域正在有序推进,修复减脱水河段超10万km,河流连通性、水资源条件得到有效改善。

同时,陆续创建绿色小水电示范电站,对老旧小水电站进行智能化改造,促进小水电行业绿色发展全面转型。2018年以来,水利部联合生态环境部印发生态流量监管系列文件,建成生态流量监管平台,促进河流生态修复。这些措施减少了小水电建设对河流生态的干扰,恢复了河道的连通性,提升了生物多样性,体现了生态文明建设中河流伦理的实际应用。

2. 都江堰生态水利工程

世界闻名的都江堰水利工程(也称为都江堰灌溉系统)位于四川省的岷江,建于公元前256年至公元前251年,已持续运行了2000多年。在其创建时期,该地区面临着洪水和干旱影响,以及成都平原农业灌溉需求的重大挑战。在洪水季节,位于四川盆地的成都平原容易受到岷江和大渡河洪水影响,给当地农业生产和居民生活带来重大威胁。另一方面,成都平原的农业在干旱季节需要可靠的水资源管理系统,以确保稳定充足的水供应,保障粮食安全。

都江堰灌溉系统的建设旨在解决以上两个问题。通过一个复杂的分水和灌溉系统调节水流,防御洪水并为整个成都平原提供可靠的灌溉水源。迄今为止,它是世界上最古老且唯一保存至今的天然分水工程。都江堰充分利用了当地的地理条件,根据江河出山口特殊的地形、水势,因势利导,自然灌流,不影响鱼类洄游,保证了防洪、灌溉、水运和社会用水综合效益的充分发挥,并且至今仍造福于成都平原人民。都江堰的建设和运行充分考虑了人与自然环境的和谐共处,是早期河流伦理实践的杰出代表,非常值得现代河流

在开发与保护过程中研究与借鉴。在现代,都江堰的管理依然遵循生态优先的原则,体现了古代智慧与现代生态文明的结合。

三、考虑人水关系的流域综合管理

随着城市化、工业化及经济社会的高速发展,我国在确保水安全方面面临一系列挑战,包括水资源供给、防洪抗旱、水污染及水生态系统退化等。为应对这些挑战,传统的水资源管理已经转向既要考虑减少水灾害、保障供水安全,同时也要应对水污染和保护水生态的流域综合管理新阶段。河流伦理,尤其是与流域生态环境相关的伦理研究,在指导流域综合管理过程中变得越来越重要。作者及其团队一直在研究我国河流域系统中与环境变化相关的流域综合管理和河流伦理问题。淮河的流域综合治理是通过科学技术发展和河流伦理思想指导实现流域“水质-水量-水生态”联合调度的独特案例。

淮河流域面积达27万km²,地处我国南北交汇处,见图2,因自然条件影响,常年遭受洪涝和干旱灾害。此外,淮河流域的人口密度为611人/km²,是全国平均人口密度的4.8倍,为我国各大江河流域人口密度之首,突显了其流域水安全的脆弱性。流域的经济社会发展,特别是20世纪90年代中小企业的迅猛增长,使公众对众多支流水质和流域范围内水环境保护迫切关注。这在暴雨事件期间加剧了淮河严重水污染事件的风险。

1994年7月,淮河发生了一起重大水污染事件,造成严重的社会经济影响和损失。造成事件的主要原因有两个:一是淮河流域突如其来的大雨导致大量径流进入水闸和大坝,促使相关管理部门使用水闸和大坝进行泄洪;二是在非雨季期间积累的污水从水闸和水库中释放,形成了长达9 km的污水团,有2亿m³的污水流入河中。污染事件迫使淮河主流沿岸的水厂停水54天,150万人无法获得清洁的自来水,直接经济损失达数亿元人民币。

为应对淮河流域的水旱灾害及水污染问题,迫切需要对淮河流域进行综合管理,不仅要加强河流污染源的控制和受污染水体的修复,还要协调防洪和污染防治的问题,这涉及淮河流域水管理中的关键技术开发和河流伦理思想的应用。为应对这一关键挑战,满足国家对流域水管理的需求,研究和实践主要集中在3个关键科学技术问题上:一是了解高强度人类活动影

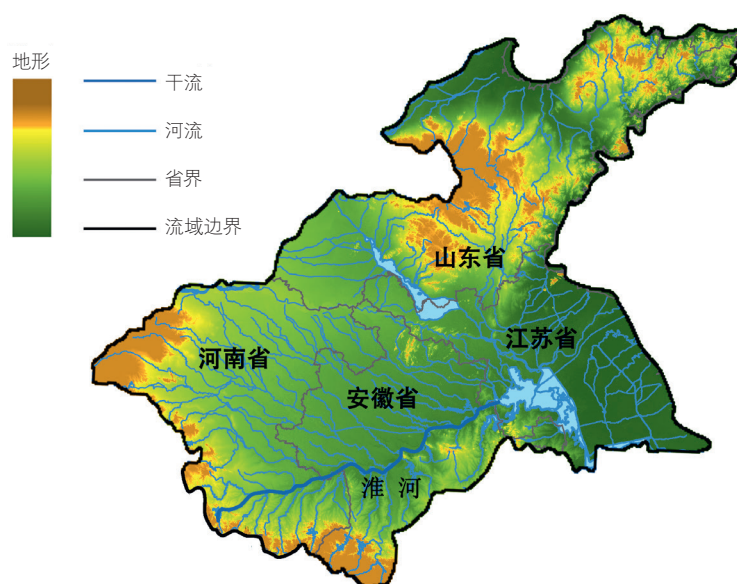


图2 淮河流域示意图

响下流域水循环与水质水量过程的耦合机制；二是确定河流中多个因素之间的系统关系，如污染负荷、水闸和大坝调度、河流水文过程与水质变化的相互作用、水闸和大坝调度能力的分析等；三是建立一个早期预警和预测系统，监测淮河水质和水量的变化。这涉及防洪与污染控制，以此减少洪灾损失和重大水污染事故的风险。

从河流伦理的角度来看，支持并指导流域智慧管理的重要原则有3个：

①正义性：在淮河案例中，正义性在河流伦理中起着关键作用。河流作为一个主体，具有生态系统完整性和不被污染的权利，而流域尺度的水污染事件导致流域生态系统严重受损，生物多样性减少。天然的正义性原则要保障河流的基本权利，制定河流生态系统的恢复和修复策略，通过河流自我净化和人工干预措施等，最大程度减轻污染对河流生态系统的影响。

②责任性：责任性是化解淮河流域洪灾风险时的另一个关键方面，主要关注于尽量减少突发水污染事件的发生。这涉及建设早期预警和预测系统，监测淮河水质和水量的变化，并尽可能协调调度水闸和大坝的运行。在非洪水期的流域管理中，还需重点关注流域内产业结构的转型和污染源的控制。此外，还需采取措施增强河网中的水循环，提高水系统的连通性，旨在减少污染源，防止污染物在河流中累积。

③公平性：公平性是响应淮河上下游所有居民需

求时的一个关键考虑因素，包括环境治理、生态保护和质量的改善。换句话说，一些地区的经济发展不应以牺牲其他地区的生态环境为代价。要实现公平，必须将传统的水质、水量联合管理转变为综合管理，通过协调水质、水量和水生态来实现。这包括加强流域内的生态治理、湿地保护、水系统连通性改善，以及河湖长制等制度创新。最终目标是实现流域的可持续发展与经济、社会和环境方面的可持续发展目标（SDGs）相一致。

过去20多年来，淮河流域在环境污染控制和河流生态保护多方面取得了显著进展，自2005年以来未发生大规模突发水污染事件，有效保障了沿河城镇的用水安全。2020年，整个流域的水质达到了历史性的里程碑，首次从轻度污染转变为良好，优良水质河段比例达78.9%，全面消除了水质恶化。

四、结论与展望

随着人们对美好生活的追求和对生态环境保护的重视程度日益增长，经济社会高质量发展的需求日益突出。在可持续发展过程中，涉及水安全和河流伦理的问题在未来都会非常值得关注，如城市和农村河湖水污染与修复的伦理问题、流域上下游协调发展中的生态补偿伦理问题、缺水和丰水地区的水权问题等。

传统的伦理研究主要集中在哲学和法律层面，而河流伦理则需要与自然科学，特别是现代科学技术发展相

结合,应加强水科学、环境科学、生态科学和社会科学在水安全和流域综合管理中河流伦理方面的交叉应用。

展望未来,变化环境下的流域智慧管理与河流伦理的交叉研究,将会有更加深入的结合与发展。例如:水利部积极推进数字孪生流域建设,旨在增强流域的预报、预警、预演、预案“四预”功能,提升流域综合管理的科技水平;中国科学院和国家自然科学基金委员会资助了类似“长江模拟器”的研发和应用重大项目。在通过加强数字流域的科学技术支撑应对全球变化带来的资源和环境挑战的过程中,河流伦理研究将为其发展应用提供重要的基础支撑。总之,随着现代水科学和技术的发展,通过河流伦理等跨学科互动和实践,许多创新型成果为流域智慧管理提供了更多可能,流域智慧管理将会取得长足进步和发展。

参考文献:

- [1] BRAGA B, CHARTRES C, COSGROVE A, et al. Water and the future of humanity: revisiting water security[M]. Calouste Gulbenkian Foundation, 2014, Springer Press.
- [2] XIA J. Toward water systems science and technology, Viewpoint on the frontiers of water and sanitation[J]. Nature-Water, 2023, (1): 10-18.
- [3] KERSCHBAUMER L, OTT K. Maintaining a River's Healthy Life? An Inquiry on Water Ethics and Water Praxis in the Upstream Region of China's Yellow River[J]. Water Alternatives, 2013, 6(1): 107-124.
- [4] 余谋昌. 生态文明时代的河流伦理[J]. 南京林业大学学报(人文社会科学版), 2009, 9(04): 1-5.
- [5] 侯全亮. 生态文明与河流伦理[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2009.
- [6] ARGYROU A, HUMMELS H. Legal personality and economic livelihood of the Whanganui River: a call for community entrepreneurship[J]. Water International, 2019, 44(6-7): 752-768.
- [7] TALBOT-JONES J, BENNETT J. Toward a property rights theory of legal rights for rivers[J]. Ecological Economics, 2019, (164): 106352.
- [8] GRUNWALD A. Water ethics—Orientation for water conflicts as part of inter- and transdisciplinary deliberation[J]. Society—water—technology: A critical

appraisal of major water engineering projects, 2016: 11-29.

- [9] MAO G, XIA J, HE X, et al. Hydrology in a coupled human-natural system: Research, innovation, and practices[J]. Bulletin of the American Meteorological Society, 2017, 98(12): ES295-ES298.
- [10] 王煜, 彭少明, 武见, 等. 黄河“八七”分水方案实施30 a 回顾与展望[J]. 人民黄河, 2019, 41(9): 6-13+19.
- [11] 王煜, 彭少明, 郑小康, 等. 黄河“八七”分水方案的适应性评价与提升策略[J]. 水科学进展, 2019, 30(5): 632-642.
- [12] 刘玉龙, 阮本清, 张春玲, 等. 从生态补偿到流域生态共建共享——兼以新安江流域为例的机制探讨[J]. 中国水利, 2006(10): 4-8.
- [13] 沈满洪, 谢慧明. 跨界流域生态补偿的“新安江模式”及可持续制度安排[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(9): 156-163.
- [14] 邹体峰, 王仲珏. 我国小水电开发建设中存在的问题及对策探讨[J]. 中国农村水利水电, 2007(2): 82-84.
- [15] 李可可, 黎沛虹. 都江堰——我国传统治水文化的璀璨明珠[J]. 中国水利, 2004(18): 75-78+11.
- [16] XIA J, CHEN Y D. Water problems and opportunities in the hydrological sciences in China[J]. Hydrological Sciences Journal, 2001, 46(6): 907-921.
- [17] XIA J, LI Z, ZENG S D, et al. Perspectives on eco-water security and sustainable development in the Yangtze River Basin[J]. Geoscience Letters, 2021, 8(1).
- [18] 夏军, 程绪水, 张翔, 等. 淮河流域水质-水量-水生态联合调度[M]. 北京: 科学出版社, 2022.
- [19] 冶运涛, 蒋云钟, 梁犁丽, 等. 数字孪生流域: 未来流域治理管理的新基建新范式[J]. 水科学进展, 2022, 33(5): 683-704.
- [20] 夏军, 占车生, 曾思栋, 等. 长江模拟器的理论方法与探索[J]. 水利学报, 2022, 53(5): 505-514.
- [21] 夏军, 余敦先, 史良胜, 等. 流域模拟器的研发与实践初探[J]. 武汉大学学报(工学版), 2023, 56(12): 1425-1431.

责任编辑 董林玥