

水资源保护利用“四水四定”的创新管理模式

褚俊英¹, 李孟泽¹, 周祖昊¹, 周添红², 全满新³, 马明月¹

(1. 中国水利水电科学研究院流域水循环模拟与调控国家重点实验室, 北京 100044; 2. 兰州交通大学环境与市政工程学院, 甘肃 兰州 730070; 3. 抚河水文水资源监测中心, 江西 抚州 344000)

摘要: 系统识别了我国水资源保护利用“四水四定”管理中存在的问题, 提出了以精准严格的管控指标、权威统一的监测系统、明确有力的管理体制、科学规范的管理制度以及协同高效的管理机制为五大核心体系, 以水资源保护利用“四水四定”智慧水务管控平台为一个平台的水资源保护利用“四水四定”创新管理“5+1”模式; 指出未来水资源保护利用“四水四定”管理的发展趋势包括统筹协调现有的水管理系统并实现升级, 水量与水权结合面向“四水四定”激活交易市场, 规范化建立“四水四定”的执行标准体系以及开展基于微观决策行为的水资源保护利用“四水四定”特定制度设计等方面。

关键词: 水资源保护利用; “四水四定”; 管理模式

中图分类号: TV213.4

文献标志码: A

文章编号: 1004-6933(2024)02-0023-05

Innovative management pattern of “four water-based principles” in water resources protection and utilization// CHU Junying¹, LI Mengze¹, ZHOU Zuhao¹, ZHOU Tianhong², QUAN Manxin³, MA Mingyue¹ (1. State Key Laboratory of Simulation and Regulation of River Basin Water Cycle, China Institute of Water Resources & Hydropower Research, Beijing 100044, China; 2. School of Environment and Municipal Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China; 3. Fuhe Hydrological and Water Resources Monitoring Center, Fuzhou 344000, China)

Abstract: Management problems existing in “four water-based principles” in water resources protection and utilization in China are systematically identified. The innovative management “5+1” pattern of “four water-based principles” in water resources protection and utilization is proposed, which includes five core systems comprised of accurate and strict control indicators, authoritative and unified monitoring system, clear and strong administration system, scientific and standardized institutional system, collaborative and efficient operating mechanism, and one platform, i. e. smart water management and control platform of “four water-based principles” in water resources protection and utilization. Future development trends of management of “four water-based principles” in water resources protection and utilization are pointed out, which include coordinating the existing water management system and achieving upgrades, activating the trading market for “four water-based principles” by combining water quantity and water rights, establishing a normalized execution standard system for “four water-based principles”, and carrying out specific institutional design for “four water-based principles” in water resources protection and utilization based on micro decision-making behaviors.

Key words: water resources protection and utilization; “four water-based principles”; management pattern

习近平总书记“以水定城、以水定地、以水定人、以水定产”(简称“四水四定”)的重要论述为系统破解我国流域与区域面临的突出水问题提供了科学指引和有效路径。水资源保护利用“四水四定”的科学内涵为主体“四大约束”(即“汤”,包括水量、水质、生态和灾害约束)、客体“四位融合”(即“馍”,包括“城-地-人-产”系统),通过“均衡协同”实现主客体的协同制衡,破解“汤”和“馍”之间的矛

盾^[1]。水资源保护利用“四水四定”的科学管理是当前研究关注的热点和难点问题。例如:乔钰^[2]对建立河南省黄河流域水资源刚性约束制度框架进行了探讨,包括指标体系、执行体系、监测体系和考核体系等;程蕾等^[3]基于复合生态系统理论提出了“以水定产”促进可持续水管理的概念框架,针对黄河流域提出了完善流域协调机制、激励多元主体参与以及推动共建共享数据资源的策略建议;刘章君

基金项目: 中国工程院院地合作项目(GS2022ZDI02, 2022-03JXZT-03); 江西省水利发展研究项目(JXSLFZ2022-01); 水利部重大科技项目(SKS-2022070)

作者简介: 褚俊英(1976—), 正高级工程师, 博士, 主要从事节水、水资源规划与管理研究。E-mail: jchu@iwhr.com

等^[4]从南方丰水地区视角探索了基于三次平衡的“四水四定”管控指标确定方法,指出应完善“四水四定”多部门协同联动机制和管理体系;王若禹等^[5]从约束对象、约束内容、约束制度、约束措施等方面构建了水资源刚性约束制度体系下的“四水四定”水资源管控框架。总体上,我国水资源保护利用“四水四定”的管理体系认知尚缺乏统一性,仍面临着管理指标不明确、监测不完备、体制不协调、制度不完备以及机制不灵活等突出问题,开展“四水四定”创新管理尤为必要和迫切。本文在系统分析总结水资源保护利用“四水四定”管理存在的问题基础上,提出了水资源保护利用“四水四定”创新管理的“5+1”模式,并指出了其未来发展的主要趋势,旨在为我国水资源保护利用“四水四定”创新管理提供指导和借鉴。

1 存在的问题

- a. 管控指标不明确。当前,我国水资源保护利用“四水四定”管控指标缺乏,一些管理者将其等同于最严格水资源管理制度“三条红线”的指标,无法为“四水四定”的推进实施和评价考核提供支撑。国土空间规划、水资源综合规划以及生态环境保护规划等规划指标的协调机制尚未建立^[6],社会经济发展规模总量大、结构和布局不合理,超出水资源、水环境、水生态承载力,导致规划的指标无法实现。
- b. 监测体系不完备。由于水资源保护利用“四水四定”管控指标的缺乏,配套的监测体系不系统、设备不完备以及监测要求(如监测指标、监测频率、监测方式等)不具体,无法满足“四水四定”评价、考核等方面的要求。
- c. 管理体制不协调。水资源保护利用“四水四定”是水与经济社会动态耦合的复杂大系统,通常涉及水利、发展和改革、住房和城乡建设、生态环境、农业农村、工业和信息化、自然资源、应急管理等部门,各部门之间未形成合力,面向“四水四定”高效的组织管理体系尚未建立。主要表现在:一是各部门事权分割不清晰,分工不明确,责任不清晰,统筹协调仍待优化;二是各部门规划不衔接,指标约束性不强^[7-8]。落实水资源保护利用“四水四定”、实现“以水而定、量水而行”,关系到国民经济发展的布局,与水相关的国民经济行业发展、重大产业园区、土地利用、人口发展、城市建设、水利工程等规划的协调程度有待提升。由于各部门在“四水四定”管理中职责分工不明确,在相关规划审批过程中,未将水资源论证、节水评价作为前置条件,在事前无法主动对产业发展规模、人口规模、建设用地规模、产

- 业布局等进行有效约束和控制。
- d. 管理制度不完备。水资源保护利用“四水四定”的管理制度体系不清晰,往往与最严格水资源管理制度、节水管理制度、水量调度制度、水权制度、生态补偿制度以及排污许可制度等交织在一起。水资源保护利用“四水四定”未形成自身的制度体系,尤其是绩效评价、考核制度缺乏,难以为水资源保护利用“四水四定”的管理推进提供坚实的基础。
- e. 管理机制不灵活。在水资源保护利用“四水四定”管理方面,尚未形成“政府-市场-公众”多元主体互动的高效机制。其中,“政府”主体权威性不高,面向“四水四定”的监管力度有待于进一步提升;“市场”主体发育不充分,价格杠杆作用发挥不够,水权交易市场调节力度不足;“社会”主体的参与度有待提升。

2 创新管理模式

建立水资源保护利用“四水四定”的管理体系,是水资源保护利用“四水四定”实施的抓手,开展系统化、科学化的顶层设计尤为重要。为此,本文探索建立了水资源保护利用“四水四定”创新管理“5+1”模式(图1),以提高水资源保护利用“四水四定”的管理效能。其中,“5”为五大核心体系,包括建立精准严格的管控指标、权威统一的监测系统、明确有力的管理体制、科学规范的管理制度以及协同高效的管理机制;“1”为一个平台,即建设面向“四水四定”的智慧水务管控平台。总体上,管控指标和监测系统是水资源保护利用“四水四定”管理的基础和前提;管理体制、管理制度和管理机制是核心要素,管控平台为支撑工具。

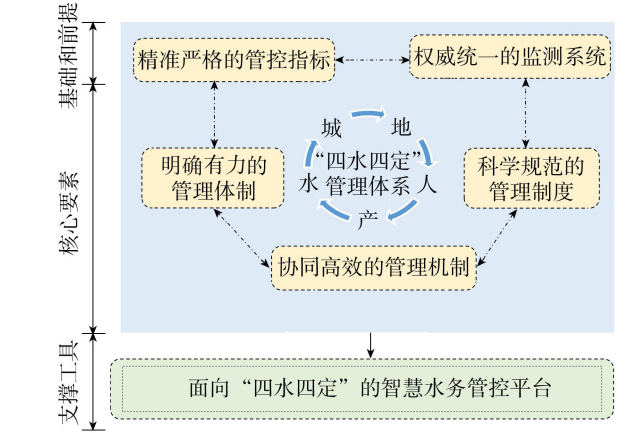


图1 水资源保护利用“四水四定”创新管理“5+1”模式
Fig.1 The innovative management “5+1” pattern of “four water-based principles” in water resources protection and utilization

- a. 建立精准严格的管控指标。建立水资源保

护利用“四水四定”管理指标体系是实现“以水而定、量水而行”可量化、可考核的关键。从空间尺度看,该指标体系应包括流域、城市、区县甚至更细的计算单元的具体指标;从时间尺度看,该指标体系应涉及现状、近期和远期动态指标;从对象内容看,该指标体系应涉及水资源保护利用“四水四定”主体“什么水”的约束性指标和客体“定什么”的管控指标。总体上,水资源保护利用“四水四定”管控指标应具备系统性、精准性和刚性三个基本特征,为国民经济和社会发展规划提供一系列“强约束”,如陈学群等^[9]面向“四水四定”提出水资源刚性约束目标应包括生态底线约束、资源总量约束(上限为水资源总量,下限为非常规水利用量)和效率下限约束。基于水资源保护利用“四水四定”的理论研究,其管控指标既应包括水资源保护利用“四水四定”水资源、水环境、水生态与水灾害要素的约束指标,又应当包括“城-地-人-产”系统的约束指标,对于南方丰水地区和北方缺水地区,由于其水循环的过程和路径特点不同^[10],约束指标侧重点有所差异,具体如下:①水资源约束指标有用水量、耗水量;②水环境约束指标有重点断面水质达标率和地下水水质达标率,南方丰水地区侧重于前者,北方缺水地区侧重于后者;③水生态约束指标有河湖生态水量(水位)满足率、重点断面下泄水量满足率和地下水水位满足率,南方丰水地区侧重于前者,北方缺水地区侧重于后两者;④水灾害约束指标为旱涝灾害损失率,即洪涝与干旱灾害的损失占 GDP 的比重;⑤“城-地-人-产”系统约束指标包括城镇建设用地面积、农业有效灌溉面积、总人口、城镇人口、万元工业增加值用水量、农业灌溉水利用系数和万元 GDP 用水量。

b. 建立权威统一的监测系统。基于刚性指标建立监测、计量体系,并实现共建、共享数据信息资源,提升整体的水资源监测分析能力,为水资源保护利用“四水四定”的日常监督、效果评估、预警设置和绩效考核提供支撑。我国应探索建立全面统一的监测系统,构建“空天地一体化”的河湖水资源、水环境、水生态以及水灾害全要素的监测网络(包含气象、水文、资源、水质以及灾害等),建设“城-地-人-产”系统取水、供水、输水、用水、耗水、排水全覆盖的监测与计量系统。在此过程中,应尽快出台统一的行业标准、指南与规范,具体明确水资源保护利用“四水四定”监测点位、监测指标、监测频率以及监测方式和要求。结合北方缺水地区和南方丰水地区水循环的基本特点,北方缺水地区应重点突出地下水水位、耗水量等指标监测,南方丰水地区则重点突

出河湖生态水量(水位)、重点断面水质等指标监测。

c. 建立明确有力的管理体制。全面落实流域水资源保护利用“四水四定”,必须统筹协调粮食生产、耕地保护和经济产业发展,建立“职责明确、整体联动”的管理体制^[11],不同层级、不同地区、不同行业、不同部门应实现协同统一,有力推动治理体系的现代化。例如,山东省东营市成立了落实黄河流域生态保护和高质量发展重大国家战略领导小组,由市委书记、市长任双组长,设立推动落实“四水四定”原则协调办公室^[12],明确了发展和改革、水利、生态环境等 9 个部门单位作为成员单位。

d. 建立科学规范的管理制度。在原有最严格水资源管理制度基础上,建立面向水资源保护利用“四水四定”的刚性约束制度,实现法制化、规范化管理。该制度体系主要包括“四水四定”相关法律法规与管理办法、“四水四定”评价与考核制度、“四水四定”奖惩制度以及“四水四定”监督制度等,应处理好与已有的取水许可制度、水资源论证制度、节水评价制度、排污许可制度、水权交易制度、河长制度等相关制度的区别和联系。山东省东营市制定了《东营市节水控水管理办法》(2023 年 4 月起实施),为“四水四定”提供了制度依据;宁夏回族自治区出台了《宁夏回族自治区用水权市场交易规则》,探索金融支持用水权改革的路径并规范用水权市场交易行为。当前,我国水资源保护利用“四水四定”的奖惩制度、政府考核制度亟须建立。

e. 建立协同高效的管理机制。充分调动多方积极性,形成行政主导、市场调节、社会参与互动协同的长效机制。①政府主导是前提,应通过行政调控提高水资源保护利用“四水四定”决策、监管和服务的能力和水平。例如,山东省东营市建立健全了联席会议制度和协调联动机制,针对多部门职责交叉事项,厘清职责边界,实现统一指挥和协调,将水资源保护利用“四水四定”纳入沿黄城市重点监督事项,推动形成“发现—查处—整改—治理”工作闭环^[12]。②市场调节是关键,发挥水权、水价等市场机制的调节作用,促进水资源优化配置和集约节约安全利用。例如,宁夏回族自治区规范水资源市场交易,建立了“工业投资—农业节水—有偿使用—转换水权”的跨行业水权流转模式^[13]。③社会参与是重点,应提高水资源保护利用“四水四定”信息公开质量,建立企业、社会组织、科研机构和公众的监督机制,提高决策实施的民主性与科学性。

f. 建设智慧水务管控平台。利用物联网、云计算、大数据、地理信息系统等关键技术,建设覆盖数

据感知、量化分析、智慧决策的“四水四定”智慧水务管控平台。例如,江西省以鄱阳湖流域“自然-社会”二元水循环数字模拟器为核心,探索建立了水资源保护利用“四水四定”的数字孪生流域。智慧水务管控平台主要由立体监测、智慧应用、支撑保障等体系构成,涵盖信息采集、传输、处理、存储、管理以及服务等多个环节,实现“量水”“定城”“定地”“定人”和“定产”全要素、全链条、全过程的场景推演和系统展示,为流域水资源保护利用“四水四定”问题诊断、阈值确定、方案设计、效果评估提供信息化支撑。

3 创新管理的发展趋势

a. 基于水资源、水环境、水生态承载力,统筹协调现有的水管理系统并实现升级。实现与现有水管理体系协调,是新时期我国水资源保护利用“四水四定”管理创新模式实施的难点和趋势。这具体表现为,在自然水循环方面,在现有要素分离管理的基础上,实现水不同属性(水资源、水环境、水生态以及水灾害)的协同化管理,通过管理协调水与生态、水与环境、水与灾害之间的关系;在社会水循环方面,在现有单环节管理的基础上,实现经济社会发展过程取水、供水、输水、用水、耗水、排水的全链条管理,促进水与经济、水与社会系统的均衡。基于水资源、水环境、水生态承载力,建立城市发展、产业发展、土地利用、水资源综合、生态环境保护等各类规划指标的协调机制,实现各类规划要求和措施的对接和协同。基于水资源、水环境、水生态承载力特征,根据用水总量、耗水总量、污染物入河总量、生态用水总量等阈值,动态拟定超载地区名录^[14]。对于超载地区实行新增产业限批,促进产业准入负面清单制定、产业布局优化以及经济发展转型升级^[15]。

b. 水量与水权结合,面向“四水四定”激活交易市场。基于产权理论,推进水权市场制度建设是水资源保护利用“四水四定”管理的有效途径。田贵良等^[16]通过构建跨界水资源冲突协调博弈模型,设计了水权交易制度,从而降低了上下游区域的交易成本,提高了上游地区的用水效率。2022 年水利部、国家发展改革委与财政部联合印发《关于推进水权改革的指导意见》(水资管〔2022〕333 号),明确到 2025 年初步建立全国统一的用水权交易市场。江西省制定了《江西省水权交易管理办法》《江西省水权交易可行性论证技术导则(试行)》,选择和鼓励有意向的取用水户进入公共资源交易平台交易;宁夏回族自治区制定了《宁夏“十四五”用水权管控指标方案》《银川市“十四五”用水权管控方

案》,发布了《兴庆区用水权确权实施方案》《灵武市用水权确权成果报告》等,制定了分水源(黄河水和地下水)和分行业(包括农业、工业企业、规模化畜禽养殖业)用水权确权指标。从发展趋势看,将水量转换为水权,面向“四水四定”把水资源、水环境、水生态承载力作为用水权分配的重要依据,推进上下游省际、地区间、行业间、取水户间各类水权交易^[17],将有利于水权水市场的培育,提高水资源利用效率,优化水资源配置结构,促进产业结构升级^[18]。

c. 构建水资源保护利用“四水四定”多层次的标准体系。当前,水资源保护利用“四水四定”缺乏标准化的体系,技术导则、技术指南与技术标准编制工作滞后,科学性、指导性和规范性有待提升。建议国家从总体层面、地方结合地域特点因地制宜尽快出台《水资源保护利用“四水四定”实施技术指南》《水资源保护利用“四水四定”管控评价标准》《水资源保护利用“四水四定”指标预警技术规程》等一系列技术规范和标准体系,从而有效指导水资源保护利用“四水四定”工作健康发展。

d. 开展基于微观决策行为的水资源保护利用“四水四定”特定制度设计。从微观尺度基于经济学、决策学、行为学,开展水资源保护利用“四水四定”管理制度的设计尤为重要。王亚华等^[19]引入集体行动理论,提出了环境治理制度适应新时代需求的建议。总体上,注重微观决策行为,因地制宜开展水资源保护利用“四水四定”特定或专项制度设计已成为重要发展趋势。

4 结 语

针对当前我国水资源保护利用“四水四定”管理存在的指标不明确、监测不完备、体制不协调、制度不完备以及机制不灵活等突出问题,提出了水资源保护利用“四水四定”创新管理“5+1”模式,其中“5”为五大体系,包括建立精准严格的管控指标、权威统一的监测系统、明确有力的管理体制、科学规范的管理制度以及协同高效的管理机制;“1”为一个平台,即建设面向“四水四定”的智慧水务管控平台。随着科学技术的不断进步和发展,未来水资源保护利用“四水四定”管理的发展趋势为统筹协调现有的水管理系统并实现升级,水量与水权结合面向“四水四定”激活交易市场,规范化建立“四水四定”的执行标准体系以及开展基于微观决策行为的水资源保护利用“四水四定”特定制度设计等方面。

由于我国自然条件与经济社会发展空间差异性大,不同流域、不同区域应根据所处的地域特征和经

济社会发展阶段,坚持水问题导向,实现已有水资源保护管理模式的传承和发展,建立可操作性强、特色突出的水资源保护利用“四水四定”具体管理体系,在实践中不断建立和完善水资源保护利用“四水四定”的管理指标、监控体系、管理体制、管理制度、管理机制以及现代化管理平台,实现传统水资源保护利用管理的新突破。

参考文献:

[1] 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. (WANG Hao, XU Xinfu, CHENG Jingqing,et al. “Basing four aspects on water resources” in water resources protection and utilization: basic cognition and key technology system[J]. Water Resources Protection,2023,39(1):1-7. (in Chinese))

[2] 乔钰. 建立河南黄河水资源刚性约束制度的探讨[J]. 人民黄河, 2022, 44 (增刊 2): 80-82. (QIAO Yu. Discussion on the establishment of rigid constraint system for water resources of the Yellow River in Henan Province [J]. Yellow River, 2022, 44 (Sup2): 80-82. (in Chinese))

[3] 程蕾,陈吕军,田金平,等. “以水定产”驱动的黄河流域可持续水管理策略研究[J]. 中国工程科学,2023,25(1):187-197. (CHENG Lei, CHEN Lyujun, TIAN Jinping,et al. Sustainable water management in Yellow River Basin based on balancing water resources and industrial development[J]. Strategic Study of CAE,2023, 25(1):187-197. (in Chinese))

[4] 刘章君,成静清,张静文,等. 南方丰水地区落实“四水四定”的方法探讨[J]. 水利发展研究,2022,22(9):21-25. (LIU Zhangjun, CHENG Jingqing, ZHANG Jingwen,et al. On implementing the “four water-based principles” in Southern China with abundant water resources[J]. Water Resources Development Research, 2022,22(9):21-25. (in Chinese))

[5] 王若禹,赵志轩,黄昌硕,等. “四水四定”水资源管控理论研究进展[J]. 水资源保护,2023,39(4):111-117. (WANG Ruoyu, ZHAO Zhixuan, HUANG Changshuo, et al. Research progress on water resources management theory of “basing four aspects on water resources”[J]. Water Resources Protection, 2023, 39 (4): 111-117. (in Chinese))

[6] 张静文,成静清,刘章君,等. 鄱阳湖流域水资源保护利用“四水四定”实施路径研究[J]. 水利发展研究, 2022, 22 (10): 36-40. (ZHANG Jingwen, CHENG Jingqing, LIU Zhangjun, et al. Study on the implementation paths of the “four water-based principles” in Poyang Lake Basin[J]. Water Resources Development

Research,2022,22(10):36-40. (in Chinese))

[7] 张瑞美,王亚杰,杨钢. 西北地区落实“以水定产”的问题与对策[J]. 水利发展研究,2021,21(5):33-37. (ZHANG Ruimei, WANG Yajie, YANG Gang. Problems and countermeasures of implementing “water based production” in Northwest China [J]. Water Resources Development Research, 2021, 21 (5): 33-37. (in Chinese))

[8] 王峰. 国土空间规划“以水定城”背景下的城市规模探讨[J]. 水资源开发与管理,2023,9(1):18-22. (WANG Feng, Discussion on city scale under the background of “city planning by water” in territorial space planning[J]. Water Resources Development and Management,2023,9(1):18-22. (in Chinese))

[9] 陈学群,管清花,题宇洋,等. 水资源刚性约束研究与山东实践[J]. 中国水利, 2022 (16): 14-17. (CHEN Xuequn, GUAN Qinghua, TI Yuyang, et al. Studies on the rigid constraint of water resources and practices in Shandong[J]. China Water Resources, 2022 (16): 14-17. (in Chinese))

[10] 吴义泉,吴强,成静清,等. 水资源刚性约束制度下南北方差别化管控的几点思考[J]. 水利发展研究,2022,22(3):34-38. (WU Yiquan, WU Qiang, CHENG Jingqing, et al. On differences of water management and control between north and south China under the rigid constraint system of water resources[J]. Water Resources Development Research, 2022, 22 (3): 34-38. (in Chinese))

[11] 许继军,陈述. 新时期长江流域水资源保护利用管理体制机制研究[J]. 长江科学院院报,2022,39(7):1-6. (XU Jijun, CHEN Shu. Management system and mechanism of water resources protection and utilization in the Yangtze River Basin in the new era[J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute,2022,39(7):1-6. (in Chinese))

[12] 张永晖. 落实“四水四定”原则的“东营路径”[J]. 机构与行政,2023(1):48-49. (ZHANG Yonghui. “Dongying Path” on implementation of the “four water-based principles”[J]. Agency and Administration, 2023 (1): 48-49. (in Chinese))

[13] 马海峰,王景山,鲍子云,等. 宁夏水权交易试点实施方案研究:以中宁县农业节水向工业流转为例[J]. 中国农村水利水电,2017(1):167-170. (MA Haifeng, WANG Jingshan, BAO Ziyun, et al. Study on the technical scheme for the pilot implementation of water rights trading in Ningxia: a case study of the transfer of agricultural water saving to industry in Zhongning County[J]. China Rural Water and Hydropower, 2017 (1): 167-170. (in Chinese))

(下转第 71 页)

sustainable utilization in Beijing-Tianjin-Hebei region[J]. Journal of Water Resources and Water Engineering,2023, 34(3):64-73. (in Chinese))

[15] 李原园,李云玲,何君.新发展阶段中国水资源安全保障战略对策[J].水利学报,2021,52(11):1340-1346. (LI Yuanyuan, LI Yunling, HE Jun. Strategic countermeasures for China's water resources security in the new development stage[J]. Journal of Hydraulic Engineering,2021,52(11):1340-1346. (in Chinese))

[16] 赵勇,李海红,刘寒青,等.增长的规律:中国用水极值预测[J].水利学报,2021,52(2):129-141. (ZHAO Yong, LI Haihong, LIU Hanqing, et al. The law of growth: prediction of peak water consumption in China[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2021, 52(2): 129-141. (in Chinese))

[17] 徐傲,巫寅虎,陈卓,等.北京市城镇污水再生利用现状与潜力分析[J].环境工程,2021,39(9):1-6. (XU Ao, WU Yinhu, CHEN Zhuo, et al. Municipal wastewater reclamation in Beijing: state-of-the-art and future potential [J]. Environmental Engineering, 2021, 39(9): 1-6. (in Chinese))

[18] 栗清亚,裴亮,孙莉英,等.京津冀区域产业用水时空变化规律及影响因素研究[J].生态经济,2020,36(10): 141-145. (LI Qingya, PEI Liang, SUN Liying, et al. Study on temporal and spatial variation and influencing factors of industrial water consumption in Beijing-Tianjin-Hebei region[J]. Ecological Economy, 2020, 36(10): 141-145. (in Chinese))

[19] 李深林,洪昌红,邱静,等.广东省不同区域污水资源化建设需求分析[J].水资源保护,2021,37(5):43-47. (LI Shenlin, HONG Changhong, QIU Jing, et al. Demand analysis of sewage reclamation construction in different regions of Guangdong Province [J]. Water Resources Protection, 2021, 37(5): 43-47. (in Chinese))

[20] 邓铭江,黄强,畅建霞,等.广义生态水利的内涵及其过程与维度[J].水科学进展,2020,31(5):775-792. (DENG Mingjiang, HUANG Qiang, CHANG Jianxia, et al. Connotation, process and dimensionality of generalized ecological water conservancy [J]. Advances in Water Science, 2020, 31(5): 775-792. (in Chinese))

[21] DALCIN A P, MARQUES G F. Integrating water management instruments to reconcile a hydro-economic water allocation strategy with other water preferences[J]. Water Resources Research, 2020, 56(5): e2019WR025558.

(收稿日期:2023-03-03 编辑:施业)

(上接第 27 页)

[14] 杨研,夏朋,梁宁.“四水四定”制度体系构建思考[J].中国水利,2023(9):51-54. (YANG Yan, XIA Peng, LIANG Ning. Considerations of building a mechanism of “defining city, land, population and production by water” [J]. China Water Resources, 2023(9): 51-54. (in Chinese))

[15] 张丹,王境,王艺璇,等.“以水定产”的经验、问题及建议[J].水利经济,2021,39(2):82-85. (ZHANG Dan, WANG Jing, WANG Yixuan, et al. Experience, problems and suggestions for practicing “Production determination by water” [J]. Journal of Economics of Water Resources, 2021, 39(2): 82-85. (in Chinese))

[16] 田贵良,李晓宇,印浩,等.跨界水资源冲突协调的产权路径、博弈模型与案例仿真[J].管理工程学报,2020, 34(6):173-182. (TIAN Guiliang, LI Xiaoyu, YIN Hao, et al. Property rights path, game model and case simulation of the coordination of the cross boundary water resources conflict [J]. Journal of Industrial Engineering and Engineering Management, 2020, 34(6): 173-182. (in Chinese))

[17] 高磊.新形势下中国特色水权交易实践总结与发展对策[J].水利经济,2022,40(2):57-60. (GAO Lei. Summary and prospect of water right trade practice with Chinese characteristics under new situations [J]. Journal of Economics of Water Resources, 2022, 40(2): 57-60. (in Chinese))

[18] 景晓栋,田贵良,胡豪,等.我国水权交易市场改革实践探索:演进过程、模式经验与发展路径:兼析全国统一用水权交易市场建设实践[J].价格理论与实践,2022(9):83-88. (JING Xiaodong, TIAN Guiliang, HU Hao, et al. Practice and exploration of water rights trading market reform in China: evolution process, model experience and development path: analysis of the construction practice of China's unified water rights trading market [J]. Price: Theory & Practice, 2022(9): 83-88. (in Chinese))

[19] 王亚华,唐啸.中国环境治理的经验:集体行动理论视角的审视[J].复旦公共行政评论,2019(2):187-202. (WANG Yahua, TANG Xiao. China's experience in environmental governance: a collective action theory perspective [J]. Fudan Public Administration Review, 2019(2): 187-202. (in Chinese))

(收稿日期:2023-03-01 编辑:熊水斌)