

中国流域水资源优化配置与可持续利用研究

程妙真

嵩县水利局, 河南 洛阳 471400

DOI:10.61369/WCEST.2025050007

摘 要： 中国流域水资源优化配置与可持续利用，不仅关系到沿岸区域的生态安全，而且与区域经济的持续性发展、资源的合理高效利用密切相关。文章基于此，从强化水资源系统评价与供需精准匹配、构建多目标协同优化配置模型、推进跨区域协同治理与政策保障三个方面，提出中国流域水资源优化配置策略，并结合当前水资源利用中的问题，构建可持续利用路径，包括提升水资源高效利用技术水平、加强水生态保护与修复、推动智慧水利与数字化转型、健全水资源管理长效机制。

关 键 词： 中国流域；水资源；优化配置；可持续利用

Research on Optimal Allocation and Sustainable Utilization of Water Resources in Chinese River Basins

Cheng Miaozen

Song County Water Conservancy Bureau, Luoyang, Henan 471400

Abstract： The optimal allocation and sustainable utilization of water resources in China's river basins are not only related to the ecological security of the coastal areas, but also closely associated with the sustainable development of the regional economy and the rational and efficient utilization of resources. Based on this, the article proposes strategies for optimizing the allocation of water resources in Chinese river basins from three aspects: strengthening the systematic evaluation of water resources and precise matching of supply and demand, constructing a multi-objective collaborative optimization allocation model, and promoting cross-regional collaborative governance and policy guarantees. It also builds a sustainable utilization path in combination with the current problems in water resource utilization. This includes enhancing the technological level of efficient water resource utilization, strengthening water ecological protection and restoration, promoting smart water conservancy and digital transformation, and establishing a long-term mechanism for water resource management.

Keywords： river basins in China; water resources; optimize configuration; sustainable utilization

引言

水资源是现代社会的基础性资源，其配置是否均衡，不仅对人们的生产生活以及经济的持续性发展有着决定性的影响，更与社会的公平公正紧密相关^[1]。根据水利部发布的《2024年中国水资源公报》，我国水资源总量31123.0亿立方米，位居世界前列^[2]。然而，水资源的配置情况并不理想。从时间看，多数流域降水集中在6-9月的汛期，非汛期水资源供需矛盾突出。以黄河为例，监测结果显示，2024年，黄河有16条支流20个国控断面发生断流，累计断流102次。从空间看，长江流域及其以南地区水资源占全国总量的80%以上，华北、西北等地则干旱少雨。此外，受开发利用不合理的影响，水资源浪费、污染现象，极为严重。因此，需结合中国流域实际情况，多维优化水资源配置，促进水资源可持续利用。

一、中国流域水资源优化配置策略

（一）强化水资源系统评价与供需精准匹配

水资源系统评价作为优化配置的基础，核心是厘清流域水资源禀赋、开发利用、供需矛盾的内在联系，为方案提供科学支

撑。当前我国流域评价存在数据碎片化、标准不统一、动态性不足等问题，不同部门数据格式差异显著，部分流域沿用老旧基础数据，未充分纳入气候变化与土地利用变化影响，导致评价结果与实际脱节。对此，需构建多源数据整合、动态监测、系统模拟的技术框架。多源数据整合以流域为单元，汇总水文、气象、社

作者简介：程妙真（1983-），女，汉族，河南省洛阳市人，工程师，本科，主要从事水资源研究。

会经济、水质及生态数据，依托国家水资源数据中心实现标准化，建立定期更新机制。动态监测引入遥感与物联网技术，通过卫星监测耕地与水位，在关键断面布设智能传感器实现实时传输。系统模拟利用成熟模型构建平台，模拟不同情景下的供需变化，为配置提供量化依据。从生活、生产、生态三个维度展开供需缺口识别需。生活用水需求受人口与城镇化影响，随着城镇化率提升及农村饮水标准提高，需推进城市管网改造与农村集中供水。生产用水优化中，农业按作物细化灌溉定额，结合高标准农田建设控量，工业聚焦高耗水行业技改降耗。生态用水需保障河道基流、湿地补水与地下水修复，优先填补北方流域缺口。

（二）构建多目标协同优化配置模型

流域水资源配置需平衡经济、社会、生态三大效益。三者存在冲突，可通过多目标协同模型实现帕累托最优。模型设计围绕三大目标：经济效益以总用水效益最大为导向，区分工业、农业等用水效益权重。社会效益以城乡供水保障率最高为核心，适当侧重城市。生态效益聚焦生态流量与水质达标率，优先保障生态流量。通过层次分析法邀请多领域专家打分定权重，兼顾发展与保护。工程措施是硬件支撑，重点推进水库联合调度与跨流域调水。水库联合调度依托现有大型水库，实行流域统一调度，汛期留防洪库容减下游压力，非汛期补水灌溉与生态，借助数字孪生系统提精度。跨流域调水以南水北调为核心，东线优化泵站效率，中线精准计量防超采、建配套工程，西线规划中，建成后缓解黄河上游与西北缺水。非工程措施通过经济杠杆与制度约束引导调整，是重要补充。农业将用水指标分解至农户，节水量可交易给工业，工业需通过平台获新增指标，倒逼节水。以“多用水多付费”为基本原则，实施阶梯水价与超定额加价。居民分档定价，非居民超定额加价，收入专项用于节水。

（三）推进跨区域协同治理与政策保障

我国流域管理实行流域机构、地方政府双重管理体制。需强化流域机构统筹，解决条块分割。流域机构承担水资源调度、生态保护、污染防治统一职责，通过年度计划、月方案、实时指令提升管理效能。跨区域协同可借鉴长江经济带经验，通过跨省联防联控治理。设跨省断面共享数据，超标后联合溯源，靠上游水库群的生态补水保障湿地，推进高污染企业搬迁，提干流达标率。构建刚性约束制度，将水资源“双控”（用水总量、用水强度）目标分解至各省，明确总量与效率指标。将“双控”纳入地方考核，一票否决，未达标者约谈停批高耗水项目，达标者给予资金奖励。构建覆盖论证、审批、监管的高耗水项目管控机制，未过论证的项目，不予立项，指标满额则停批新增项目，投产项目重点做好审计工作，严查用水违规行为。

二、中国流域水资源可持续利用路径构建

（一）提升水资源高效利用技术水平

节水是水资源可持续利用的关键。当前，农业、工业以及城乡居民用水，存在着较为严重的浪费现象，与可持续利用的理念不符。对此，要多维提升水资源高效利用技术水平。首先，做好

农业节水。农业为用水大户，节水潜力显著，需从灌溉技术推广与灌区改造方面发力。高效灌溉技术推广方面，推广滴灌、喷灌、低压管道输水等高效灌溉技术。滴灌适用于果蔬与设施农业，水利用效率高，能大幅减少灌溉用水消耗。喷灌适用于小麦、玉米等大田作物，同样可显著提升水利用效率。低压管道输水适用于平原地区，可减少输水过程中的水量损失。灌区改造方面，针对现有灌区设施老化、渗漏严重的问题，推进渠道防渗处理，采用混凝土、土工膜等材料减少渗漏损失。安装墒情传感器与智能闸阀，实现按需灌溉，提升灌溉精准度。完善排水系统，解决灌区次生盐碱化问题，改善农田生态环境，保障农业可持续发展。其次，推进工业用水的循环利用。聚焦高耗水行业，开展技术改造、水循环利用与再生水回用。针对钢铁、化工、火电等高耗水行业，通过技术创新降低单位产品用水量。通过优化企业内部循环水系统，减少新鲜水取用量。通过建设再生水厂、完善再生水输配管网，将再生水用于工业冷却、锅炉补水等环节，实现经济效益与环境效益双赢。最后，提高居民用水效能。利用声波检漏仪、管网压力监测系统智慧设备定位漏点，提升检漏效率，减少漏损水量，保障供水管网高效运行。推广节水马桶、节水龙头、节水淋浴器等节水器具，替代高耗水器具。在缺水城市新建再生水厂，扩大再生水管网覆盖范围，将再生水用途从绿化、道路清扫拓展至工业冷却、景观用水、地下水回灌等领域。

（二）加强水生态保护与修复

流域生态污染，是制约水资源可持续利用的主要因素。应围绕生态流量保障、水污染综合治理、生态修复等多个方面，采取好措施，为水资源可持续利用奠定坚实的基础。生态流量保障方面，结合河流类型与生态功能制定差异化生态流量标准，明确各关键断面生态基流要求，为生态流量保障提供依据。通过水库下泄管控、跨流域生态补水与应急补水机制实现生态流量达标，例如，在水库调度方案中明确生态下泄流量，确保河道基本生态用水。建立“天地空”一体化监测体系，在河流关键断面布设流量监测站，实时监测下泄流量^[9]。利用卫星遥感监测河流水面面积与植被覆盖度，掌握流域生态状况。定期评估鱼类种群、鸟类数量、湿地面积等生态指标，验证生态流量保障效果。污染综合治理方面，针对农业面源、工业点源与城镇生活源开展控源截污、内源治理的综合整治。农业面源污染占流域水污染总量比例较高，需推广测土配方施肥与病虫害绿色防控技术，减少化肥农药使用量，降低农业生产对水体的污染。严格管控工业废水排放，提升工业废水排放标准，修订相关行业污染物排放标准，收紧污染物限值。在工业企业排污口安装在线监测设备，实现数据实时传输至环保部门，确保超标排放及时发现与处理。推进城镇污水处理厂提标改造，将出水标准从一级B提升至一级A，提高污染物去除率。在老城区推进雨污分流管网建设，减少合流制溢流污染对水体的影响。生态修复方面，重点修复河流湿地、湖泊湿地与沼泽湿地，在河流两岸建设人工湿地、植被缓冲带，种植原生植被，提升生物多样性。清除湖泊淤泥，恢复水生植被，改善水质与鱼类栖息地。通过水库补水保障湿地水位，促进湿地面积恢复，提升湿地生态功能，维护流域生态平衡。

（三）推动智慧水利与数字化转型

水利工程是水资源可持续利用的物质基础。在数字技术不断发展与广泛应用的今天，水利事业向着数字化、智能化的方向迈进，并为水资源可持续利用提供了有力支持^[4]。首先，推进数字孪生流域建设。利用无人机航拍、三维激光扫描等技术构建流域三维地形模型，确保模型精度满足管理需求，全面整合水文、气象、工程、生态等多领域数据，建立流域数据库，实现数据全面覆盖。开发数字孪生流域模型，利用模型精准模拟流域水文过程、水质变化、工程运行等场景，为决策提供支持。例如，在跨流域调水工程总干渠布设智能闸阀，根据分水口用水需求自动调节流量，保障沿线城市供水稳定。在工业企业与居民小区安装智能计量设备，发现异常立即排查，避免违规用水与水资源浪费。通过水源、输水、用水全流程智能监测，实现水资源全链条精细化管理。最后，构建风险预警体系。依托智慧水利，构建覆盖监测、预警、响应的全链条风险预警体系，有效防范干旱、洪涝、水污染等风险。以干旱风险为例，根据降水量、土壤含水率、水库蓄水量等指标划分预警等级，不同预警等级对应差异化响应措施。一般干旱推广节水技术，引导全社会节约用水。较重干旱限制非居民用水，优先保障居民生活用水。严重干旱启动应急调水，补充水源供应。特别严重干旱实行限时供水，保障基本用水需求，通过分级响应降低干旱影响。

（四）健全水资源管理长效机制

长效管理机制的构建，是中国流域水资源可持续利用的重要

保障。首先，推进水权市场建设。水权市场是水资源市场化配置的核心，需遵循确权、交易、监管的链条，推进水权市场建设，切实发挥市场机制在水资源优化配置中的作用。明确水资源所有权属于国家，使用权归属用水户，开展水资源使用权确权登记。打造市、省、国家三级水权交易平台，开展跨区域、跨行业、跨年度水权交易，促进水资源向高效利用领域流动。构建水权交易全流程监管机制，重点做好交易审核、履约监管及信用管理，维护市场秩序。其次，健全社会参与机制。社会大众的广泛参与，对水资源可持续利用尤为必要。依托学校教育、社区宣传、新媒体传播，开展水资源宣传教育，提升大众合理利用水资源的意识。开通水利服务热线与微信举报平台，受理水资源违法违规举报，及时查处违法行为，发挥大众在水资源利用中的监督作用。水利工程建设中，推广 PPP 模式，吸引社会资本参与水资源可持续利用。最后，加强国际合作。

三、结语

随着城市化、工业化的不断推进，以水环境破坏、水生态退化为主的河流水生态环境问题已成为制约流域高质量发展的主要因素。应以供需匹配为基本要求，做好水资源优化配置，同时，多措并举，促进水资源可持续利用，充分发挥水资源的经济、社会、生态效益。

参考文献

[1]宋峰,刘中军.中国流域水资源生态补偿之法律机制探析[J].忻州师范学院学报,2021,37(06):101-105.
[2]元秀红.水库调度运行中的生态流量保障技术研究[J].水上安全,2024(13):83-85.
[3]孙姝娅.水资源管理中的智慧水利信息化系统应用探究[J].中国设备工程,2025(01):26-28.