

河道生态流量保障的管理措施与效果评估

刘梅群 何意 罗旂旒

湖北省十堰市水文水资源勘测局

DOI:10.32629/hwr.v10i7.7055

[摘要] 受气候变化与人类水资源开发影响,国内多数河道径流缩减、水文节律紊乱、生态功能退化,生态流量保障成为流域管理与水生态修复核心工作。当前生态流量核算标准不统一,精细化管理与长效机制缺失,治理成效受限。本文依托现有理论技术阐释核心概念,梳理核算方法,从技术、工程、制度、市场维度构建保障体系,建立水文、生态、水质一体化评估体系。结合实测水文与生态价值数据研判措施效能,梳理现存短板并提出优化路径。研究表明,模糊数、水动力-水质耦合模型可精准核算流量需求,融合生态补偿、工程优化调度能提升保障率,常规场景年保障率超90%,显著修复河流生态服务功能,可为河道生态流量常态化、制度化管控提供理论与实践支撑。

[关键词] 河道生态流量; 水资源管控; 生态保障措施; 效果评估; 生态价值实现

中图分类号: TV211.1 **文献标识码:** A

Management Measures and Effectiveness Evaluation for River Ecological Flow Guarantee

Meiqun Liu Yi He Yini Luo

Shiyan Bureau of Hydrology and Water Resources Survey, Hubei Province

[Abstract] Due to the impact of climate change and human water resources development, the runoff of most domestic rivers is reduced, the hydrological rhythm is disordered, and the ecological function is degraded. Ecological flow protection has become the core work of watershed management and water ecological restoration. At present, the accounting standards of ecological flow are not unified, the refined management and long-term mechanism are missing, and the governance effect is limited. Based on the existing theories and technologies, this paper explains the core concepts, sorts out the accounting methods, constructs the guarantee system from the dimensions of technology, engineering, system and market, and establishes the integrated evaluation system of hydrology, ecology and water quality. Based on the measured hydrological and ecological value data, the effectiveness of the measures is evaluated, the existing shortcomings are sorted out, and the optimization path is proposed. The research shows that the fuzzy number and hydrodynamic water quality coupling model can accurately calculate the flow demand, and the integration of ecological compensation and engineering optimal scheduling can improve the guarantee rate. The annual guarantee rate of conventional scenarios is more than 90%, significantly restoring the river ecological service function, which can provide theoretical and practical support for the normalization and institutionalization of river ecological flow control.

[Key words] river ecological flow; water resource management and control; ecological security measures; effect evaluation; realizing ecological value

1 引言

河流承载流域水资源调配、生态循环与水土涵养功能,稳定生态流量是维持河道水文完整、水生生物栖息及水体自净的基础。城镇化与工农业用水激增,叠加水资源过度开发、工程刚性调度、排污失控,扰乱天然水文节律,造成河道基流不足、自净能力衰减、生物多样性降低。相较于侧重供水、防洪的传统水资源管理,生态流量保障以生态健康为核心,统筹用水开发与生

态保护,是河湖治理重点。

我国生态流量管控仍存短板:流量核算方法繁杂、流域模型标准不统一;管控仅依靠工程调控,缺乏市场化长效机制,评价指标单一,难以衡量综合生态效益。本文梳理现有研究,分类分析保障措施,构建综合评价思路,兼顾技术与制度可行性,系统探索河道生态流量长效保障路径。

2 河道生态流量核心内涵与核算体系

2.1 生态流量核心内涵界定

所谓河道生态流量不是简单地给出一个定值,而是对河道生态系统及其各阶段水文状态所作的流量匹配,其核心由生态基流及生态提升量两类要素组成。生态基流是保证河道有基本水文格局、不出现断流、能完成基本自净的流量下限,是有关河道生态的硬性指标;生态提升量以基流为起点,在水生生物利用、景观完整性或水土关系上提出更高要求时所补充的流量,可依季节或修复目的做相应调节。两种流量配合起来即为完整意义上的生态流量方案,能同时避免生态失控又满足各类修复需要^[1]。

2.2 主流生态流量核算技术方法

现有多种生态流量核算方法,各方法适用场景与计算精度存在差异,无通用模型,需结合流域水文、断面条件择优选用。逐月计算法与改进7Q10法操作成熟、便于大范围流域常规测算,测算得出生态流量年保障率超90%,可靠性较高。

精细化管控需求推动不确定性数值模拟广泛应用。梯形、三角模糊数可化解水文、气候带来的计算不确定性,梯形模糊数适配宽河道断面,黄河石嘴山站测算适宜流量701~1190m³/s;三角模糊数可输出各断面最优流量,石嘴山等四站最优值分别为766、668、522、559m³/s。

水动力-水质耦合模型依托MIKE21模拟河道纳污阈值,反向推导兼顾水量水质的生态管控流量。平原河道生态流量季节性差异显著,县域干流非汛期流量6.51~8.29m³/s,汛来水充沛、污染物扩散快,流量可达10.43~23.45m³/s,充分体现生态流量动态变化特征。

3 河道生态流量保障的多元化管理措施

结合当前河道生态治理实践与研究成果,生态流量保障需摒弃单一的工程调控模式,构建技术精准赋能、工程兜底保障、制度规范约束、市场长效赋能的四维管理体系,实现短期流量达标与长期生态提质的有机统一。

3.1 精细化技术管控措施

技术管控构成生态流量精准保障的基本核心,应把流量核算和动态监测调控作为两大重点来抓。从核算方式开始着手设计差异化方案,不采用统一数值的流量管控思路,按河道断面实际状况、水文节律及生态用途分别选用核算方法:山区小河宜用模糊数法对流量作较细计算,平原主干河道可借水动力-水质耦合分析同时控制水量与水质,县域范围内的小河应以生态基流为基本指标,将核算简化、使方案更具实施价值。其次要形成对各时段水文的完整监测能力,在主要管控断面及水利节点附近安排监测点,及时取得流量、水位及水质信息,利用已知水文记录做对照分析,依此调节生态流量阈值,避免传统静态设定同自然水文失配的情况^[2]。

3.2 水利工程配套保障措施

水利工程对人工调节河道生态流量、补充天然来水缺乏具有决定性意义,所涉内容应以枢纽生态泄流和跨水源补偿为两大重点。对已有的大中型水利枢纽要作具体分析,设法改善泄流

调度状况(尤其蓄水期流量不足的状况),按需要配置导流洞内生态泄流装置或可调式闸门,使蓄水前即有生态流量的常态下放,待水位达到标准时再启用泄洪洞泄流形式,由此保证全时段河道生态流量的达标。就县域范围内的中小型河道而言,宜结合中水处理及跨流域调水来做水源补偿,核实各断面流量是否充分,将上游达标污水、外引水源纳入利用体系,用多种办法稳定生态基流,防止枯水期流量过分衰减^[3]。

3.3 常态化制度管控措施

制度体系属于生态流量长期保障所依赖的刚性约束,应以分级管控和精确考核为核心。就管控断面而言要分清层级,把考核断面与管理断面区别对待,按类型分别规定管控目标(即底线或动态值),考核断面集中于生态基流达标问题,管理断面偏重于流量调节的可行性。同时要设立流域级的责任分工,把区域水资源管控落实到具体主体上,将生态流量保障情况带入河湖长制的考核内容,对取水、排水及蓄水作制度性规范,对工业或农业用水的过量、无序状态加以限制,避免人为破坏水文节律的常态。还要根据年际水文特征安排汛期、非汛期的管控方式,使生态用水在各阶段得到適切满足^[4]。

3.4 市场化价值赋能保障措施

市场化手段是处理生态流量资金缺乏及权责不明这类长期问题的有效办法,其基本思路是用生态产品价值来带动补偿和资金来源。从系统角度出发,对河道生态流量所涉各类市场化生态产品加以归纳(即水资源、净水、水生资源、土地溢价),提出价值计算的标准化方案或方法。再按流域实际划分生态保护支付的主客体,上游须投资于流量保障措施,下游应分得生态效益又须作补偿,利用条件价值分析或Hedonic模型得出补偿的差异性标准。同时要落实生态产品认证制度,以绿色水商品、服务性付款为渠道筹集保障金,将所得用于河道管理、修复本身,促成“保护有价、受益付费”的正向循环。

4 河道生态流量保障效果评估体系构建

传统生态流量评估多仅考核流量达标率,评估维度单一,无法全面反映生态治理综合效益。本文结合水文指标、生态价值、水质效益构建多维度综合评估体系,实现量化、精准、全面的效果评价。

4.1 水文保障率指标评估

水文保障率是基本而核心的评估指标,一般按年或按月统计生态流量实际达标天数所占比例,对管控效果作直接说明。根据已有研究结果判断,用制度规范或常规工程方式调控的河道,在逐月频率法及修正7Q10模式下得到的流量保障率基本能达90%以上,保障性能良好。就各水文断面而言,所计算的年保障率趋向一致,汛期因自然来水多而保障率几乎为100%,非汛期若遇枯水状况保障率稍降,但人工补水、工程手段可以补足不足,使整体保持高保障水平。以模糊数形式分析流量的动态范围比单纯定值控制更灵活,能提高极端水文条件下生态流量精度约15%,对气候波动有较好适应性。

4.2 生态产品价值效益评估

生态流量达到标准对河道生态产品的价值是很大促进, 所涉效益能由市场数据清楚地说明。若生态流量有完整保障, 有关水资源、水质、生态溢价的各类价值便可以同时成立, 县域内干流河道每年在用水、净水、城乡发展诸项上获得的价值总和可达数千万元。而且生态流量的稳定性有利于提高水产品等级, 以绿色形式认证商品可获价格溢价, 由此形成生态治理的长期资金来源, 使自然与经济两种效益互为助力、共同增长。

4. 3水质与生态修复效果评估

若河道能获得稳定的生态流量, 其水体流动状况及自净性能将得到较大改善, 污染风险亦会减低。生态流量满足要求时, 所接纳的污染物总量一般不超出合理界限, 主要成分(化学需氧量、氨氮、总磷)可基本被清除, 黑臭或富营养化现象可以避免。而且水文节律的稳定性对生物栖息地是利好, 有助于生态群落回归河道、系统整体复原, 使水文、水质、生态三者同时趋于良好状态。

5 当前生态流量保障工作现存问题与优化路径

5. 1现存核心问题

从整体角度考察, 目前河道生态流量保障仍有诸多缺陷。第一是核算体系不够普适, 所用模型未必适合所有情况, 小河道的核算一般只用一种方法, 精确度有欠缺。第二是基层管理缺少精细度, 个别地方把工程当作重点、忽略调度规律, 枯水时补水尚无可靠方案。第三是市场手段运用不充分, 生态价值计算标准未统一, 相邻地区补偿制度之间有脱节现象。第四是考核所涉内容较窄, 只求流量符合要求、不问生态改善, 难测修复的长期效果。

5. 2优化发展路径

对所提问题应作如下分析: 先建立按层次划分的生态流量核算标准, 根据流域及河道的实际情况、水文特征来设计相应模型, 使县域、流域乃至干流各部分核算有统一规范, 技术上更普适。其次要改进工程调度的动态安排, 利用季节水情、气象预报等信息来规划枯水、汛期的用水方案, 设立应急补水制度。再考虑生态价值的市场化实现, 对生态产品做统一核算, 把跨区补偿

及资金流转说清楚, 使生态产品认证具有较广适用性。最后是有关效果的评估, 应以生物状况、净化能力、服务功能为指标, 设立长期而完整的评估机制^[5]。

6 结论

河道生态流量的保障对河流生态、对水生态文明来说都是基本而核心的要求, 所涉管控应避免只靠单项工程来完成, 要建立由技术、工程、制度及市场共同支撑的综合管理思路。按差异思路设计生态流量核算方法有利于抓住各河道实际水文特点, 使管控有可靠的数据基础; 水利工程的调度及制度性常态管理是达成流量目标的基本保证, 而市场机制可以促成治理成果的长期延续。多角度的绩效分析能完整地写出水文、水质乃至生态、经济诸项效益, 不将评估限制于单个指标。目前关于河道生态流量的管控仍有技术不匹配、市场未成熟、评估缺体系一类的困难, 下一步应着手分层制定标准、设计长效激励手段、改进整体评估方法, 努力提高保障水平, 促进流域中各类水体的可持续利用。

[参考文献]

- [1]谷魏鹏, 刘晓民, 刘廷玺, 等. 基于模糊数的不确定性河道生态流量研究[J]. 水利水运工程学报, 2025, (1): 120-132.
- [2]王栓. 面向河道生态流量保障的生态产品价值市场化实现机制研究[D]. 西安: 西安理工大学, 2024.
- [3]张茹. 某县域重点河道保障生态流量的管控目标分析[J]. 河南水利与南水北调, 2023, 52(8): 3-4.
- [4]管贤, 余秋兰. 夹岩水利枢纽工程下闸蓄水及河道生态流量保障方案选择[J]. 珠江水运, 2023, (10): 114-116.
- [5]刘丹丹, 解建仓, 罗军刚. 考虑提升量的河道生态流量确定办法[J]. 西安理工大学学报, 2021, 37(3): 329-337.

作者简介:

刘梅群(1981--), 女, 汉族, 湖北潜江人, 高级工程师, 本科, 研究方向为水资源、水生态调查评价。