

# 生态流量管控在河湖生态保护与修复中的实践路径

马小云

新疆维吾尔自治区塔里木河流域喀什噶尔河水利管理中心

DOI:10.32629/hwr.v10i2.6852

**[摘要]** 生态流量管控是复苏河湖生态环境、维系水资源—生态—经济系统平衡的关键手段。本文以西北内陆河流域为背景,聚焦喀什噶尔河,从系统治理视角探究生态流量管控在河湖保护与修复中的实践路径。在厘清生态流量概念内涵与实践演进的基础上,基于喀什噶尔河流域水资源过度开发、河道断流、生态退化的现实问题,从规划引领、工程调控、技术赋能、三个维度构建实践路径框架。

**[关键词]** 生态流量; 河湖保护; 生态修复; 喀什噶尔河; 实践路径

中图分类号: Q132.6 文献标识码: A

## Practical Pathways for Ecological Flow Control in River and Lake Ecological Protection and Restoration

Xiaoyun Ma

Kashgar River Water Conservancy Management Center, Tarim River Basin, Xinjiang Uygur Autonomous Region

**[Abstract]** Ecological flow control is a key measure for revitalizing the ecological environment of rivers and lakes and maintaining the balance of the water resources—ecology—economy system. Taking the inland river basins of Northwest China as the context, this paper focuses on the Kashgar River and explores the practical pathways of ecological flow control in river and lake protection and restoration from a systematic governance perspective. Based on clarifying the conceptual connotation and practical evolution of ecological flow, and addressing the practical problems of overexploitation of water resources, river cutoff, and ecological degradation in the Kashgar River Basin, a practical pathway framework is constructed from the three dimensions of planning guidance, engineering regulation, and technology empowerment.

**[Key words]** Ecological flow; River and lake protection; Ecological restoration; Kashgar River; Practical pathway

### 引言

河湖是水资源的重要载体,也是生态系统的重要组成部分。随着经济社会用水持续增长,我国部分河湖出现径流锐减、河道断流、水质恶化、生物多样性下降等问题,生态流量保障不足已成为制约河湖健康的突出因素。水利部自2020年起全面加强生态流量管控工作,将生态流量保障纳入水资源调度、取水管理、河湖保护修复的核心指标。2022年发布的《关于进一步加强河湖生态流量保障工作的意见》明确提出,到2025年建立较为完善的生态流量保障体系。然而,生态流量管控在实践中面临诸多挑战。特别是在西北干旱区内陆河流域,水资源总量匮乏、经济社会用水刚性需求强劲、生态脆弱性突出,三者之间的矛盾更为尖锐。喀什噶尔河流域正是此类区域的典型代表。该流域位于新疆维吾尔自治区西南部、塔里木盆地西缘,由克孜河、盖孜河、库山河、恰克马克河等支流汇合而成,最终消失于巴楚县境内的沙漠之中。流域地理区位重要,但水生态系统极为敏感和脆弱,

经济社会与自然生态争水矛盾尖锐,水生态已濒临危机。

### 1 生态流量管控的概述

生态流量的概念经历了从“最小流量”到“适宜生态流量”、再到“生态水文过程模拟”的演进历程。早期研究关注维持河道不断流所需的最小流量,以单一阈值指标为主;随着对河流生态系统认识的深化,学界逐步认识到流量、频率、历时、发生时间、变化率等水文要素共同塑造河流生境,生态流量应体现水文过程的完整性。我国《河湖生态环境需水计算规范》将生态流量定义为“为维持河湖基本生态功能、保护生物栖息地、保障基本生态用水需求,河流、湖泊等水体所需保留或下泄的流量(水位)及其过程”。这一界定突破了静态保障的理念,强调对水文节律的维系——不仅要有“量”,还要有符合自然规律的“过程”。

从实践层面看,生态流量管控正经历三个重要转向。其一,从单一断面管控向全流域管控转向。过去主要关注控制断面下

泄流量达标,但断面达标不等于全河段生态健康,尤其对于间歇性断流的河流,需要将管控节点向上下游延伸。其二,从水量保障向“水量—水质—水生态”协同管控转向。流量不仅影响水量,还通过稀释能力、水力停留时间等影响水质和水生环境,三者需统筹考虑。其三,从工程思维向生态系统思维转向。传统做法偏重通过工程手段保障下泄流量,而生态修复更强调恢复河流与沿岸生态系统的水文联系,实现水—陆—生境的整体复苏。

## 2 喀什噶尔河流域生态流量管控的现实困境分析

喀什噶尔河流域位于塔里木盆地西缘,涵盖克孜勒河、盖孜河、库山河等主要河流。该流域生态流量管控面临多重困境。第一,水资源开发强度高导致生态用水被严重挤占。流域内经济社会用水过度扩张,挤占了维持河湖健康的基本生态用水,导致下游河道断流、天然植被退化。第二,水文监测能力不足难以支撑精细化管控。部分河段站网密度低,自动化程度不高,无法为生态流量监管提供可靠数据支撑。第三,跨行政区协调难度大。河流流经喀什地区多个县市及兵团垦区,用水矛盾复杂,责任落实存在盲区。第四,生态流量保障的制度基础尚不完善。综合规划和生态水量保障方案仍在报批过程中,缺乏刚性约束。第五,工程调度与生态需求的协调机制尚未建立。现有水库调度以兴利为主,生态流量泄放缺乏制度性安排。这些困境相互交织,形成“水资源过度开发—河道断流—生态退化—用水矛盾加剧”的恶性循环。

## 3 生态流量管控在河湖生态保护与修复中的实践路径

### 3.1 规划引领: 构建生态流量管控的制度基础

生态流量管控的首要环节是在规划层面明确目标、划定空间、确立规则。对于喀什噶尔河这样的多泥沙、径流年际变化大、生态脆弱性高的内陆河,规划的科学性直接影响管控成效。

#### 3.1.1 流域综合规划中的生态流量定位

在流域综合规划中确立生态流量的刚性地位,是从源头上保障生态用水的前提。具体而言,规划层面需完成三项核心工作。一是科学识别关键控制断面。在干支流重要控制性水库下游、生态敏感区河段、跨行政区交界断面等位置布设管控节点,构建分级管控的断面体系。目前,喀什噶尔河流域生态水量保障方案正在修改完善,待审批后需明确落实各级生态水量控制断面,加大监督检查力度。二是逐断面确定生态流量目标。应结合水文情势、生物需水特征、经济社会用水需求,分月份、分旬制定生态流量过程曲线,体现干旱区河流“汛期补给、枯期维持”的水文特征。三是确立生态用水优先顺序。将生态需水作为水资源配置的“硬约束”,在区域水资源配置中明确生态用水的刚性地位。遵循“节水优先、空间均衡、系统治理、两手发力”治水思路,紧扣节水、蓄水、调水、增水“四维”治水要求,从源头上为生态流量管控奠定制度基础。

#### 3.1.2 分级管控断面体系构建

控制断面是生态流量是否达标的“监测哨”。针对喀什噶尔河流域的实际情况,应构建三级管控断面体系。一级断面设于流

域主要控制节点,如卡拉贝利水利枢纽下游、流域出口控制站等,用于评估全流域生态流量保障总体状况。二级断面设于重点生态保护河段、跨县界断面,用于监督区域用水和生态下泄责任落实。三级断面设于主要支流入汇口、引水工程下游,用于过程监控和预警。断面体系的确立需与水文监测能力相匹配。针对喀什噶尔河部分河段水文站网密度不足的问题,规划中应同步部署监测设施升级改造,明确各断面监测方式、监测频次、数据传输要求,为后续监管创造条件。断面体系的科学构建,使生态流量管控从“模糊管理”走向“精准管理”。

### 3.2 工程调控: 构建多水源联合调度的技术支撑

规划目标的实现,需要工程手段的支撑。对于喀什噶尔河流域而言,工程调控的核心任务是解决“水从何处来、如何调、怎么送”的问题,通过水库优化调度、生态补水、河网连通等工程措施,保障生态流量能够足量、适时、有效地输送到生态需水河段。

#### 3.2.1 水库生态调度与下泄流量保障

水利工程调度是生态流量能否落到实处的关键环节。喀什噶尔河流域建有多座山区水库和平原水库,承担灌溉、防洪、生态等任务。卡拉贝利水利枢纽作为喀什噶尔河流域的重要控制性工程,其调度规则的优化对全流域生态流量保障具有示范意义。优化水库调度的实践路径应从四个方面展开。第一,在库容曲线中预留生态库容,明确生态用水的蓄水空间,确保在来水偏枯年份仍有专门库容保障生态下泄。第二,修订水库调度规程,将生态流量泄放作为刚性约束嵌入调度规则,规定不同来水条件下最小下泄流量标准。自治区水利厅对拦河式水库生态流量下泄的监督检查表明,常态化监管是保障生态流量正常下泄的重要举措。第三,对已有水库开展生态流量泄放设施改造,确保即使在水库低水位运行时仍能保障生态下泄,避免因工程限制导致生态流量无法足额下泄。第四,推进梯级水库群联合调度。单库调度难以满足全河段生态需水,需建立梯级调度方案,统筹上游蓄水与下游需水、汛期蓄水与枯期补水、生产用水与生态用水的关系。珠江委技术援疆编制完成的喀什噶尔河流域水量分配方案,为梯级联合调度提供了基础支撑。

#### 3.2.2 生态补水与河网水系连通

对于已经断流的河段,仅靠控制下泄流量往往难以恢复水体连通性,需要采取主动的生态补水措施。喀什噶尔河下游曾长期断流,天然植被退化,实施生态输水成为恢复下游生态的关键举措。实践表明,向胡杨林区引洪补水是破解胡杨林退化和有效恢复林区生态的有效措施。生态补水的实践路径应把握四个要点。第一,利用汛期富余水量相机补水。每年夏季利用洪水向胡杨林区引洪补水,既减少对生产用水的挤占,又可模拟自然洪水过程对河床的塑造作用。第二,建立多水源联合调度机制。统筹地表水、地下水、再生水等水源,扩大生态补水的可用水量,提高补水的灵活性和可靠性。第三,明确补水河道的水力联系。通过清淤疏浚保障补水路径畅通,恢复下游断流河段的水力联系。喀什噶尔河流域推进伽师县、兵团伽师总场段河道清淤疏浚,

为生态补水创造了工程条件。第四,探索跨流域生态补水。自2022年首次实施叶尔羌河跨流域生态补水后,喀什噶尔河下游哈拉坤胡杨林区植被覆盖率提高,生态修复效果逐步显现。跨流域补水的制度化、规范化,是未来需要深化探索的方向。

### 3.2.3 岸坡生态化改造与洪水漫溢利用

生态流量管控不仅关注河道内水量,还应关注河道与沿岸生态系统的水文联系。喀什噶尔河流域沿岸分布着依赖地下水和洪水漫溢的天然植被,过度渠化和河床下切切断了河水与两岸的交换通道,导致地下水补给不足、植被衰退。针对这一问题,应推进两项工程措施。一是推进生态护岸建设。巴楚县已委托设计单位完成《喀什噶尔河流域水环境综合治理建设项目可行性研究报告》,规划建设生态护岸40公里,以生态化护岸替代传统硬化护坡,恢复河岸的透水性和植被生长条件,重建河道与两岸的水力联系。二是探索洪水资源化利用。在有条件的河段利用闸坝调控,适度恢复洪水漫溢过程,补给两岸地下水,滋养河谷林草植被。这种“以丰补枯、以洪养草”的做法,将生态流量管控从常流量延伸到洪水过程,更贴近干旱区河流的生态水文需求。

## 3.3 技术赋能: 实现生态流量的精准管控

### 3.3.1 监测站网布局与数据集成

监测是生态流量管控的“眼睛”。针对喀什噶尔河流域监测站网密度不足、自动化程度低、数据传输滞后等短板,应系统推进监测能力建设。具体而言,应从三个方面着手。第一,在关键控制断面部署自动化监测设备,实现流量、水位、水质多要素同步采集,确保监测数据的实时性和可靠性。珠江委技术援疆工作中,系统梳理了当地水文站网建设现状与业务能力短板,开展针对性技术指导,有效提升了当地水文监测预警能力。第二,建立流域数据汇集平台,整合气象、水文、水资源调度、取用水等多源数据,打破数据孤岛,为生态流量管控提供数据支撑。第三,利用遥感技术监测河道断流长度、植被覆盖变化,弥补地面站点覆盖不足,实现对流域生态状况的全景式把握。数据集成使生态流量管控从“断面达标评价”升级为“流域健康诊断”,为科学决策提供依据。

### 3.3.2 数字孪生与智慧调度

数字孪生技术为生态流量精准管控提供了新的技术路径。卡拉贝利水利枢纽作为喀什噶尔河流域的重要控制性工程,其数字孪生建设具有示范意义。珠江委组织编制的数字孪生卡拉贝利水利枢纽实施方案已于2023年10月通过自治区水利厅评审,为推进枢纽数字孪生建设提供了依据。数字孪生建设的实践要点包括三个方面。一是构建枢纽及其影响河段的三维数字模型,

集成水文水动力模型,实现来水预报、调度预演、效应评估一体化。二是建立生态流量预报预警系统,实现不同来水情景下生态流量保障方案的智能生成,提高调度的科学性和预见性。三是推动工程管理从“人管”向“智管”跨越,为工程长期安全运行和效益充分发挥提供现代化保障。数字孪生技术的应用,使生态流量管控从“经验调度”走向“智慧调度”。

### 3.3.3 预警响应机制建设

监测的价值在于发现问题后能够及时响应。应建立生态流量预警机制,设定黄橙红三级预警阈值。当断面流量接近预警值时,系统自动触发预警信息,推送至水库调度单位、取用水户和监管部门。预警与调度的联动是关键环节。接到预警后,流域管理机构应启动应急调度预案,通过调整上游水库下泄、压减沿线取水、启用备用水源等方式,保障生态流量不跌破底线。生态输水期间,需对下放生态水的水位、流量情况进行实时监测,确保下放生态水计量准确,并安排专人对生态水流经区域进行不间断巡护,严防跑冒滴漏现象。这种“监测—预警—响应”闭环机制,将事后评价转变为过程管控,有效防范生态流量不达标风险。

## 4 结束语

展望未来,生态流量管控研究与实践可在以下方向深化。一是加强气候变化背景下生态流量适应性管理研究,提高管控措施的韧性,应对极端水文事件带来的挑战。二是推进数字孪生流域建设,实现生态流量预报—预警—预演—预案一体化,提升管控的智能化水平。三是完善生态流量保障成效评估方法,建立生态响应—流量调控的反馈机制,实现管控措施的动态优化。喀什噶尔河流域的持续探索,将为我国干旱区内陆河生态流量管控提供更多可借鉴的经验。

### [参考文献]

[1]喀什地区行政公署.关于自治区十三届政协二次会议第1638号委员提案协助办理情况的函[EB/OL].(2024-08-23).喀什地区行政公署网站.

[2]王军政,刘传秀,阿地里江·奴尔买买提,等.喀什噶尔河下游生态输水的生态效应及优化方案研究[J].环境与可持续发展,2025,50(05):77-86.

[3]王洋.喀什噶尔河生态环境现状与修复保障对策[J].环境与可持续发展,2021,46(05):89-92.

### 作者简介:

马小云(1990--),女,汉族,甘肃民乐县人,大学本科,工程师,研究方向为水资源管理与调度、河长制工作及水行政执法。