

# 水库调度对流域水生态环境的影响与调控对策

姜艳龙 内蒙古赤峰市阿鲁科尔沁旗发展和改革委员会 025550

摘要:水库是流域水资源调控、防洪减灾、发电供水的核心水利工程,科学的水库调度能够实现水资源优化配置,而不合理的调度方式会显著改变流域天然水文节律,引发水温分层、泥沙淤积、水生生物栖息地退化、河流水质恶化等一系列生态问题。随着我国生态文明建设与流域综合治理不断推进,传统以防洪、发电、灌溉为主的功利化调度模式,已无法适配水生态环境保护的发展需求。本文系统分析水库调度运行对流域水文情势、水体环境、水生生态、河岸生态的负面影响,结合流域生态保护实际,从生态调度机制、水文节律修复、水质调控、生态监测体系等方面提出针对性调控对策,旨在为流域水资源可持续利用、水生态修复与水库绿色调度提供理论参考与实践依据。

关键词:水库调度;流域生态;水文节律;水生态环境;生态调控

## 一、引言

在水资源时空分布不均、水资源供需矛盾突出的背景下,各类水库工程成为我国流域治理的重要基础设施,承担着防洪、供水、发电、灌溉、生态补水等多重功能。天然河流具备稳定的涨落节律、泥沙输移规律和水温变化周期,是维持流域水生态系统平衡的基础条件[1]。水库通过拦蓄径流、调节水位,人为改变了河流天然水文过程,打破了河流生态系统长期形成的动态平衡。

长期以来,我国水库调度多以经济效益、防洪安全为核心目标,忽略生态用水需求,导致多数流域出现河道断流、湿地萎缩、水生生物多样性下降、水体富营养化等生态退化问题。近年来,河湖长制全面推行、流域生态综合治理力度持续加大,生态友好型水库调度成为水利行业的研究热点与发展趋势[2]。探究水库调度与流域水生态环境的耦合关系,识别调度运行中的生态负面影响,构建科学完善的生态调控体系,对实现水利工程与生态环境协调发展、推进流域生态文明建设具有重要现实意义。

## 二、水库调度对流域水生态环境的主要影响

### 2.1 改变天然水文节律,破坏径流平衡

天然河流的丰枯交替、日周期、季节周期水文变化,是水生生物繁衍、河岸植被生长的重要环境信号。水库蓄水调度会大幅削减汛期洪峰流量,抬升枯水期水位,抹平河流天然水文波动,造成河流“均水化”现象[3]。汛期洪水脉冲消失,河流无法完成自然冲淤、滩地漫溢,河滩湿地长期处于干涸或积水状态,湿地植被更新受阻;枯水期人工补水改变河道自然断流规律,部分依赖干湿交替环境的土著水生植物、底栖生物生存环境被破坏。同时,梯级水库联合调度会进一步加剧流域水文节律紊乱,上下游径流匹配失衡,导致流域整体水文生态功能退化。

### 2.2 引发水体分层问题,恶化河道水质

大型水库蓄水后,水深大幅增加,水体流动性显著降低,静水条件易形成水温分层结构。夏季表层水体受光照升温,底层水体低温缺氧,水库泄水多取自深层低温水,导致下游河道水温偏低,打破鱼类产卵、浮游生物生长的适宜水温周期[4]。冬季水库表层保温蓄水,下泄水温偏高,扰乱河流冬季低温休眠的生态规律。

此外，水库拦蓄泥沙、污染物长期滞留，水体自净能力下降。枯水期调度下河道流量偏小，水体稀释扩散能力不足，氮、磷营养盐不断富集，极易引发藻类爆发、水体富营养化，造成下游河道水质下降，严重威胁流域水环境安全。

### 2.3 阻断泥沙输移，造成河道与地貌退化

天然河流依靠汛期洪水完成泥沙输移，维持河道冲淤平衡与河床地貌稳定。水库调度拦蓄了绝大部分上游泥沙，下泄水流变为“清水下泄”，清水冲刷能力大幅增强，会持续冲刷下游河床，造成河床下切、河岸坍塌、河道形态单一化[5]。同时，泥沙无法输送至河口与河滩，导致河滩湿地泥沙补给不足、土壤肥力下降，河岸带植被退化，流域河湖地貌系统持续萎缩。长期泥沙失衡会破坏河流自然地貌多样性，使得深潭、浅滩交替的天然河道变为平直均质河道，大幅降低水生生物栖息地多样性。

### 2.4 破坏水生生物栖息地，降低生物多样性

水文、水温、泥沙、水质的连锁变化，直接改变流域水生生态系统结构。鱼类、底栖动物、浮游生物对水文环境敏感度极高，水库调度导致的水流流速稳定化、水温异常、栖息地碎片化，会造成土著鱼类产卵场、索饵场消失，洄游通道受阻[6]。部分急流性鱼类因水流平缓无法生存，喜温水生生物因低温泄水大量消亡，外来静水物种大量繁殖，流域原有生态群落结构被打破，生物多样性持续下降，水生态系统稳定性与抗干扰能力大幅降低。

## 三、流域水生态环境优化调控对策

### 3.1 构建生态优先的水库调度新模式

摒弃传统单一功利化调度理念，建立“防洪安全、供水保障、生态优先”三位一体的综合调度体系。结合流域生态水文特征，核定河道最小生态流量、汛期生态洪峰流量、适宜水温区间等生态控制指标，将生态用水纳入水库日常调度计划[7]。在保证防洪、供水安全的前提下，模拟天然河流涨落节律，适度保留汛期洪水脉冲，恢复河流干湿交替过程；优化枯水期补水方案，稳定下游生态基流，修复流域天然水文节律。针对梯级水库流域，推行联合生态调度，统筹上下游水文匹配，实现全流域生态水量均衡分配。

### 3.2 优化泄水方式，改善水体水温与水质条件

针对水库水温分层问题，优化取水与泄水结构，采用分层取水技术，根据季节变化调节取水深度，保障下游河道水温贴近天然状态。夏季优先表层取水，提升下游河道水温，满足鱼类繁殖生长需求；冬季合理调控下泄水量，维持河道正常低温生态环境。

同时，优化枯丰水期调度方案，丰水期适度加大泄量，利用洪水脉冲稀释河道污染物；枯水期保障基础流量，提升水体流动性与自净能力。定期开展水库库区清淤、污染源管控，减少内源污染，从源头降低水体富营养化风险，持续改善流域水环境质量。

### 3.3 实施生态泥沙调度，修复河道地貌平衡

结合流域泥沙输移规律，定期开展水库异重流排沙、汛期集中冲沙调度，在保障防洪安全的前提下，适时制造人工洪峰，输送泥沙至下游河道，恢复河道自然冲淤平衡[8]。通过合理泥沙调度，补充河滩、河口泥沙淤积，修复河岸湿地土壤结构，改善河道深潭浅滩地貌形态，恢复多样化水生栖息地。同时严控清水过度冲刷问题，通过护岸修复、河床微地貌改造等工程，稳固河道形态，维护流域河湖地貌生态功能。

### 3.4 完善生态监测与智慧调度保障体系

搭建流域水生态动态监测网络,实时监测河道流量、水温、水质、浮游生物、鱼类群落、植被覆盖等指标,建立水生态环境数据库,精准评估水库调度的生态影响。依托大数据、水文模拟技术,构建水库生态调度数值模型,实现水文变化、生态响应、调度方案的动态模拟与优化。建立常态化生态评估机制,定期复盘调度方案实施效果,动态调整调度参数,形成“监测—评估—优化—实施”的闭环调控体系,实现水库调度的科学化、智能化、生态化。

## 四、结论

水库调度深刻改变了流域天然水文、水温、泥沙及水环境特征,引发水文节律紊乱、水质恶化、河道地貌退化、生物多样性降低等一系列生态问题,是当前流域水生态退化的重要人为诱因。传统重效益、轻生态的调度模式已难以适配新时代流域生态文明建设要求。

通过构建生态优先的综合调度模式、优化泄水与泥沙调度方式、修复河流生态水文节律、搭建智慧生态监测体系,能够有效削减水库调度的负面生态影响,逐步恢复流域水生态系统结构与功能。未来,应持续深化水库生态调度技术研究,结合流域差异化生态特征制定精准调度方案,实现水利工程效益发挥与水生态保护协同发展,为流域水资源永续利用和水生态高质量发展提供坚实保障。

## 参考文献

- [1] 王浩,赵勇.流域水资源生态调度理论与实践进展[J].水利学报,2020,51(02):135-144.
- [2] 李丽,张翔.水库生态调度对河流水环境的影响及优化策略[J].人民黄河,2022,44(06):78-82.
- [3] 陈磊.水文节律变化对流域水生态系统的影响研究[J].水电能源科学,2021,39(09):32-35.
- [4] 周明,刘军.大型水库水温分层及下泄水温生态影响分析[J].水资源保护,2023,39(02):112-117.
- [5] 张志强.水库泥沙调度对下游河道地貌演变的影响[J].水利水电科技进展,2022,42(04):45-50.
- [6] 黄伟,陈明.梯级水库调度对水生生物多样性的影响研究[J].水生态学杂志,2021,42(03):89-94.
- [7] 马骏.基于生态流量的水库优化调度方案研究[J].中国农村水利水电,2023(05):156-160.
- [8] 吴凯.河流生态修复视角下水库泥沙调度技术探析[J].水利技术监督,2022(08):98-101.