

# 水库生态调度对流域生物多样性的影响

朱晓锋

江西省恒泰水利工程有限公司 江西宜春 336000

**摘要：**水库调度作为流域水资源管理的核心手段，其模式直接影响流域水文情势，进而作用于生物多样性。传统水库调度多以供水、发电等经济目标为导向，易破坏自然水文节律，威胁流域生物生存与繁衍。生态调度通过模拟自然水文过程、适配生物生存需求，为流域生物多样性保护提供了有效路径。本文系统分析传统调度对流域生物多样性的影响，提出促进生物多样性保护的生态调度实施策略，构建保障生态调度有效落地的支撑体系。研究旨在为协调水库水资源利用与生物多样性保护的关系提供科学指引，助力流域生态系统可持续发展。

**关键词：**水库生态调度；流域；生物多样性；水文情势

## 引言

水库是调控水资源的重要设施，在供水、能源和防洪中作用关键。但水库改变了自然水文过程，影响生态平衡。随着生态保护意识增强，生物多样性保护成为水资源管理的重要目标，传统调度与生态需求矛盾突出。生物多样性维系生态系统功能，其生存依赖水文条件。水库调度调节径流，直接影响生物栖息地、食物和繁殖。生态调度为协调水资源开发与生物保护提供了新途径，通过优化调度实现协同发展。分析传统调度影响、探索生态调度策略，对提升流域生态保护、实现人与自然和谐具有重要意义。

## 一、水库传统调度对流域生物多样性的影响分析

### （一）传统调度模式下水文情势的改变及其生态后果

传统调度模式通过水库蓄水、泄洪等操作，显著改变了流域天然的水文情势，主要体现在径流时空分布、洪枯节律与水文过程三个方面。在时空分布上，水库蓄水拦截上游来水，导致下游河道径流量减少，部分河段甚至出现断流现象；而集中泄洪则会造成下游短时间内流量骤增，打破天然径流的平稳分配格局。在洪枯节律上，传统调度往往削弱洪水脉冲效应，减少汛期洪水流量与持续时间，同时延长枯水期时长，使原有“洪水-平水-枯水”的自然节律紊乱。在水文过程上，水库调度使径流过程趋于平缓，削弱了天然径流的季节性波动，改变了泥沙输送的时空特征。

水文情势的改变会引发一系列生态后果。径流减少与断流会导致下游河道栖息地萎缩，水体自净能力下降，水质恶化；洪水脉冲效应的削弱会破坏依赖洪水漫滩繁

殖、觅食的生物生存条件，减少生物栖息地的多样性；泥沙输送过程的改变会导致河道淤积或冲刷加剧，破坏水生生物的产卵场与索饵场，同时影响河岸带植被的生长环境。这些生态后果直接威胁流域生态系统的稳定性，为生物多样性下降埋下隐患<sup>[1]</sup>。

### （二）对流域水生生物多样性的主要影响

水生生物的生存与繁衍高度依赖稳定的水文环境，传统水库调度对水文情势的改变，对水生生物多样性产生直接且显著的影响。在鱼类资源方面，许多鱼类的繁殖需要特定的水文触发条件，比如一定的流量涨幅、水温与流速组合，传统调度削弱洪水过程，导致鱼类繁殖期的水文信号缺失，繁殖成功率大幅下降。同时，水库蓄水形成的静水环境与下游河道的缓流环境，不适宜喜流水性鱼类的生存，导致这类鱼类的分布范围缩小、种群数量减少。

除鱼类外，传统调度还会影响浮游生物、底栖生物等基础生物群落。径流减少导致水体流动性降低，浮游生物易出现单一化优势种，生物多样性下降；底栖生物依赖稳定的河床基质环境，河道淤积或冲刷加剧会破坏其生存栖息地，导致底栖生物群落结构简化。水生生物群落的变化会引发食物链连锁反应，进一步加剧水生生物多样性的衰退，破坏水生生态系统的平衡。

### （三）对流域陆生及河岸带生物多样性的间接影响

传统水库调度对陆生及河岸带生物多样性的影响虽为间接，但影响范围广泛且深远，主要通过改变水资源分布、破坏栖息地环境与干扰食物链结构三个路径实现。在水资源分布上，下游河道径流量减少会导致河岸带地下水水位下降，植被生长所需水分不足，进而导致河岸

带植被覆盖度降低, 优势物种发生更替, 不适宜干旱环境的植被逐渐衰退。

在栖息地环境中, 水库蓄水会淹没上游大量陆生栖息地, 迫使陆生生物迁移, 导致局部区域生物种群密度增加, 加剧种间竞争; 下游河道断流与水质恶化会破坏依赖河道水资源的陆生生物栖息地, 比如水鸟的觅食与繁殖场所萎缩, 导致水鸟种群数量减少。在食物链结构上, 水生生物多样性下降会减少陆生生物的食物来源, 比如以鱼类为食的水鸟、哺乳动物因食物短缺而数量减少; 河岸带植被的衰退会影响植食性动物的生存, 进而影响肉食性动物的种群数量, 导致整个流域陆地生态系统的食物链断裂, 生物多样性下降<sup>[2]</sup>。

## 二、水库生态调度促进生物多样性保护的实施策略

### (一) 模拟自然水文节律的生态流量调度策略

模拟自然水文节律是生态调度的核心原则, 其核心思路是通过优化水库蓄水、泄洪时机与流量, 还原流域天然的径流过程, 为生物多样性保护提供适宜的水文环境。在调度实施中, 首先需明确流域天然水文节律特征, 包括汛期洪水的发生时间、流量峰值、持续时长, 枯水期的最小流量与持续时间, 以及径流的季节性波动规律。基于这些特征, 制定差异化的生态流量调度方案。

在汛期, 适当释放生态洪水, 模拟天然洪水脉冲效应, 保障洪水漫滩, 为依赖洪水繁殖的水生生物提供触发信号, 同时促进河岸带植被的种子传播与生长。在枯水期, 严格保障最小生态流量, 避免下游河道断流, 维持水体流动性与水质稳定, 保障水生生物与河岸带植被的基本生存需求。在季节性调度上, 根据流域不同季节的生物活动特征, 调整生态流量的分配, 比如在鱼类繁殖旺季, 保障适宜的流量与流速, 为鱼类产卵与幼鱼生长创造有利条件。通过这种调度方式, 最大限度还原自然水文过程, 维系流域生态系统的平衡。

### (二) 满足关键物种生命史需求的调度策略

关键物种是维系流域生态系统功能的核心, 其生存状态直接影响生物多样性的整体水平。满足关键物种生命史需求的调度策略, 需结合不同关键物种的繁殖、生长、迁徙等生命史特征, 制定针对性的调度方案。首先需开展流域关键物种调查, 明确其生命史关键阶段的水文需求, 比如鱼类的产卵期、幼鱼育肥期, 水鸟的觅食期、繁殖期, 以及河岸带优势植被的生长期对水资源的需求。

针对鱼类关键物种, 在其产卵期前适当增加下泄流量, 形成适宜的流速与水位涨幅, 触发鱼类产卵; 在幼

鱼育肥期, 维持稳定的生态流量与水质, 保障幼鱼的食物资源与生存环境。针对水鸟关键物种, 在其觅食期保障河岸带湿地的水位稳定, 为水鸟提供充足的觅食场所; 在繁殖期避免集中泄洪, 减少对水鸟繁殖栖息地的干扰。针对河岸带优势植被, 在其生长期保障河岸带地下水水位稳定, 为植被生长提供充足水分。通过精准适配关键物种的生命史需求, 提升关键物种的生存与繁殖成功率, 进而带动整个流域生物多样性的恢复与提升<sup>[3]</sup>。

### (三) 改善河流栖息地连通性的调度策略

栖息地连通性是保障生物种群交流、避免种群隔离的关键, 传统水库调度导致的河道断流、水位波动等问题, 严重破坏了栖息地连通性。改善河流栖息地连通性的调度策略, 主要通过优化流量调度与协同工程措施, 实现流域内不同栖息地的有效连通。在河流纵向连通性改善上, 通过科学调度水库下泄流量, 维持河道全程流水状态, 避免断流现象, 保障水生生物在不同河段间的迁徙与交流。对于梯级水库, 建立联合调度机制, 协调各水库的下泄流量, 保障梯级水库之间河道的连通性, 为生物种群的迁移提供通道。

在横向连通性改善上, 通过汛期生态洪水调度, 促进洪水漫滩, 实现河道与河岸带湿地、洪泛区的连通, 扩大生物栖息地范围, 增加栖息地多样性。同时, 协同开展河道整治工程, 拆除阻碍生物迁移的设施, 修复河道弯曲度与浅滩、深潭等天然地貌, 为生物提供多样化的栖息环境。通过改善栖息地连通性, 促进生物种群的基因交流, 提升种群的生存能力与适应性, 为生物多样性保护提供有力支撑。

## 三、保障生态调度有效实施的支撑措施

### (一) 建立跨部门、跨区域的协同管理机制

水库生态调度涉及水资源管理、生态环境保护、农业、工业等多个领域, 覆盖多个行政区域, 建立跨部门、跨区域的协同管理机制是保障调度实施的关键。首先需明确管理责任主体, 成立由水利、生态环境、林业、农业等多部门组成的协同管理机构, 明确各部门的职责分工, 水利部门负责调度方案的制定与实施, 生态环境部门负责水质与生态监测, 林业部门负责陆生生物多样性保护, 农业部门负责协调农业用水与生态用水的关系。

建立跨区域协同管理机制, 对于跨行政区域的流域, 推动上下游、左右岸地区签订协同调度协议, 明确各区域的责任与义务, 协调各方利益诉求, 形成流域一体化管理格局。建立常态化的沟通协调机制, 定期召开协同

管理会议,通报调度实施情况与生态监测结果,协商解决调度过程中出现的问题。同时,完善利益协调机制,对因生态调度造成的经济损失给予合理补偿,调动各方参与生态调度的积极性<sup>[4]</sup>。

## (二) 完善生态调度效果的监测与评估体系

完善的监测与评估体系能够实时掌握生态调度对生物多样性的影响,为调度方案的优化提供科学依据。首先需构建多维度的监测指标体系,涵盖水文指标、水质指标与生物多样性指标。水文指标包括径流量、流速、水位、洪枯节律等,用于评估调度方案对水文情势的还原效果;水质指标包括溶解氧、COD、氨氮等,用于评估调度对水体质量的影响;生物多样性指标包括水生生物种群数量、陆生生物种群数量、植被覆盖度等,用于直接评估调度对生物多样性的保护效果。

优化监测站点布局,结合流域水文特征与生物多样性分布,在水库出库口、下游关键河段、河岸带湿地等重点区域布设监测站点,实现监测范围的全面覆盖。推广应用自动化监测技术,在监测站点布设水文自动监测设备、水质在线监测设备、遥感监测设备等,提升监测数据的获取效率与精准度。建立一体化监测数据管理平台,实现各部门监测数据的共享与整合,为评估工作提供数据支撑。

建立规范化的评估机制,定期开展生态调度效果评估,结合监测数据与现场调查结果,分析调度方案对生物多样性的影响,识别存在的问题。根据评估结果,及时优化调整调度方案,形成“监测-评估-优化”的闭环管理流程。

## (三) 加强生态调度相关的科学研究与人才培养

生态调度的科学性与实施效果,依赖于扎实的科学研究与专业的人才队伍支撑。加强生态调度相关的科学研究,重点开展流域水文情势与生物多样性的响应关系研究,明确不同调度方式对生物多样性的影响机制,为调度方案的制定提供理论依据。开展生态调度技术研究,优化调度模型与算法,提升调度方案的精准性与可操作性。结合流域实际,开展关键物种生命史与水文需求的专项研究,为针对性调度策略的制定提供技术支撑。

加强人才培养,构建多层次的人才队伍。通过高校与科研机构合作,培养具备水利工程、生态学、环境科学等多学科知识的复合型人才,充实生态调度研究与管

理队伍。开展在职人员培训,定期组织水利、生态环境等部门的工作人员参加生态调度相关的技术培训,提升其专业素养与业务能力。建立人才交流机制,推动不同流域、不同单位之间的人才交流与合作,分享生态调度的实践经验,提升行业整体管理水平<sup>[5]</sup>。

## 结语

水库传统调度模式引发的水文情势改变,是流域生物多样性下降的重要诱因,直接威胁水生、陆生及河岸带生物的生存与繁衍,破坏流域生态系统平衡。生态调度通过模拟自然水文节律、满足关键物种生命史需求、改善栖息地连通性,为协调水资源利用与生物多样性保护的关系提供了有效路径。生态调度的有效实施,需要跨部门跨区域协同管理机制的统筹协调,完善的监测评估体系的精准支撑,以及扎实的科研与专业队伍的保障。这些措施相互衔接、有机配合,构成了生态调度实施的完整支撑体系,能够确保生态调度策略落地见效,推动流域生物多样性的恢复与提升。水库生态调度是实现流域水资源可持续利用与生态保护协同发展的重要举措。通过科学的生态调度策略与完善的支撑措施,能够有效减少传统调度对生物多样性的负面影响,维系流域生态系统健康。这一实践不仅为水库管理提供了新的思路,也为流域生态保护与高质量发展提供了有力保障,助力实现人与自然和谐共生的发展目标。

## 参考文献

- [1] 高金强,徐宁,徐鹤.永定河流域生物多样性保护及恢复状况分析[C]//2023中国水利学术大会论文集(第五分册).2023.
- [2] 白海锋.渭河流域水生生物群落时空分布特征,驱动机制及水生态系统健康评价[D].西北大学,2022.
- [3] 向省维,巫明毫,张力,等.沱江流域水体抗生素残留对微生物多样性的影响及生态风险评估[J].中国测试,2023,49(2):72-79.
- [4] 朱金山,秦海兰,孙启耀,等.冬季小流域水体微生物多样性及影响因素[J].环境科学,2020(011):041.
- [5] 杨俊毅,关潇,李俊生,等.乌江流域生物多样性与生态系统服务的空间格局及相互关系[J].生物多样性,2023,31(7):128-137.DOI:10.17520/biods.2023061.