

基于生态修复的流域水资源调度管理方法研究

李常青 张丽

临沂市水利资源开发服务中心

DOI:10.12238/hwr.v8i12.5926

[摘要] 水资源是人类生存和社会发展的基本要素,也是生态系统运行的关键支撑。基于此,本文通过系统分析生态修复在水资源调度中的作用,构建了基于生态修复的流域水资源调度管理方法,研究着重从政策制定、监测体系、节水措施和水库调度等方面,提出了全面系统的管理策略。通过合理的生态修复理念和技术,可有效提升水资源利用效率、改善水生态环境质量,实现水资源可持续管理。

[关键词] 生态修复; 流域; 水资源; 调度管理

中图分类号: F062.2 文献标识码: A

Research on the Management Method of Watershed Water Resources Dispatch Based on Ecological Restoration

Changqing Li Li Zhang

Linyi Water Resources Development Service Center

[Abstract] Water resources are a fundamental element for human survival and social development, as well as a key support for the operation of ecosystems. Based on this, this article systematically analyzes the role of ecological restoration in water resource scheduling, and constructs a watershed water resource scheduling and management method based on ecological restoration. The research focuses on policy formulation, monitoring system, water-saving measures, and reservoir scheduling, and proposes a comprehensive and systematic management strategy. Through reasonable ecological restoration concepts and technologies, the efficiency of water resource utilization can be effectively improved, the quality of water ecological environment can be enhanced, and sustainable management of water resources can be achieved.

[Key words] ecological restoration; Watershed; Water resources; Scheduling management

引言

随着经济社会快速发展和气候变化影响,流域水资源面临供需矛盾、生态环境退化等严峻挑战。传统水资源管理模式往往忽视生态系统的整体性和脆弱性,导致水资源利用效率低下、生态系统破坏,因此,迫切需要建立以生态修复为导向的流域水资源调度管理新模式,实现水资源、生态环境和社会经济的协调可持续发展。

1 生态修复在流域水资源调度中的作用

在水资源管理过程中,生态修复发挥着多元且深远的作用,其核心价值体现在水生态系统功能的恢复与重构。水生态系统健康是流域水资源调度的基础,生态修复能够有效提升水体自净能力,重构水生态系统的物理结构和生物功能,通过改善水体理化特性和生物群落结构,修复被破坏的生态系统,实现水环境质量的整体改善。而且,生态修复对水文情势调节具有重要意义,它能够缓解极端水文事件的负面影响,如洪涝和干旱。通过恢复河流生态廊道、重建湿地系统、修复河流滨岸带,可以增强流域

水系统的水文调节能力,提高流域生态系统的韧性和稳定性。生物多样性保护是生态修复的核心价值,通过重建水生生物栖息地、恢复水生生物种群、修复生态廊道连通性,生态修复有效维护了水生态系统的生物多样性,不仅对维持生态系统平衡至关重要,也为水资源可持续利用提供生态基础^[1]。

2 基于生态修复的流域水资源调度管理方法

2.1 合理的水资源政策

2.1.1 考虑生态修复需求

在水资源政策制定过程中,生态修复需求应作为核心考量因素,政策设计必须基于流域生态系统的整体性和脆弱性,全面评估水资源开发利用对生态环境的潜在影响。科学决策应建立在综合的生态系统评估基础上,综合考虑水文地貌、生物多样性、水质状况等多维度指标。同时,政策框架应明确生态修复的法律地位和制度保障,通过立法形式,将生态修复纳入水资源管理的法定范畴,明确各级政府、相关部门和利益主体在生态修复中的责任和义务。制定详细的生态修复技术规范 and 评估标准,

为实践提供规范性指导。并设置生态修复的激励和约束机制，对于主动开展生态修复的企业和地方政府，应给予资金支持、税收优惠等正面激励；反之，对破坏生态环境、未履行生态修复义务的主体，实施严格的经济处罚和法律制裁。

2.1.2鼓励公众参与水资源保护

公众参与是水资源保护和生态修复的重要推动力，相关部门应建立多元化的公众参与平台，畅通社会各界表达意见和建议的渠道，通过公众听证会、网络征集、专家座谈等形式，广泛收集不同群体对水资源管理的意见，充分尊重并吸收公众的创新性建议，使水资源政策更加民主、科学。同时，相关部门要加强生态环境保护的宣传教育，提升公众生态意识。可以重点针对青少年开展生态教育，如通过学校教育、媒体宣传、社区活动等多种途径，普及水资源保护和生态修复的科学知识，培养公民的生态文明理念^[2]。

2.2建立水资源监测体系

2.2.1实时监测水资源动态变化

现代化水资源监测体系是流域水资源管理的核心技术支撑，相关部门可以构建以遥感技术、物联网传感器和大数据分析为核心的智能监测网络，实现对水资源数量、质量和分布的全面实时监控。针对不同流域的特点，部署高精度传感器节点，包括水位、流量、水温、含沙量等多参数监测设备，形成立体、多维的监测覆盖（如表1所示）。

表1 水资源监测网络传感器节点参数表

监测类型	监测参数	监测设备	监测精度	数据更新频率
水量监测	水位	超声波水位计	±0.1cm	实时/5分钟
	流量	多普勒流量计	±2%	实时/15分钟
水质检测	水温	数字温度传感器	±0.1℃	实时/10分钟
	含沙量	光学浊度传感器	±3%	实时/30分钟
	pH值	电化学pH计	±0.01	实时/1小时
	溶解氧	光学溶氧仪	±0.1mg/L	实时/1小时
生态监测	叶绿素	在线叶绿素分析仪	±5%	实时/2小时
	藻类浓度	光谱藻类传感器	±10%	实时/4小时

另外，相关部门还可以构建一个数字化监测平台，具备数据实时传输、智能分析和可视化展示功能，通过卫星遥感、无人机航测等技术，获取宏观尺度的水资源空间分布信息。并建设跨部门、跨区域的水资源监测信息共享平台，打通数据壁垒，实现水资源信息的及时交换和协同管理。大数据时代下，必将不能缺少的就是人工智能技术的引入，开发基于机器学习的水资源动态预测模型，能够准确分析水资源变化趋势，为决策提供科学依据，构建水资源时空大数据资源库，为长期动态监测和趋势研判提

供技术支撑。

2.2.2对污染和短缺问题预警和预防

水资源污染和短缺问题的预警预防机制是生态安全的重要防线，相关部门可以建立基于大数据分析和人工智能技术的风险评估模型，开发多维度预警指标体系，涵盖水质、水量、生态环境等多个维度，通过对历史数据和实时监测数据的深度挖掘，准确识别水资源潜在风险。如污染预警系统，利用高通量测序、光谱分析等先进检测技术，实现对水体污染物的快速精准识别，构建污染物扩散模拟系统，能够预测污染物在水体中的传播路径和影响范围，为应急处置提供科学决策依据^[3]。

2.3推行节水措施

2.3.1鼓励节水行为

节水行为的推广是水资源可持续管理的关键路径，相关部门可构建多元化的激励机制，通过经济手段引导全社会践行节水理念。在企业层面，对于达到节水标准的企业，提供税收优惠、信贷支持等政策性激励，对于节水技术创新和节水模式突出的企业，设立专项奖励基金，鼓励其进一步推广节水技术。在个人层面，通过差别化水价政策，对超额用水实施累进制价格，激励居民和个人主动控制用水量，还可以建立水资源使用的社会信用评价机制，将节水行为纳入个人和企业信用评价体系，对于严重浪费水资源的主体，实施信用惩戒，提高不节水的社会成本。

2.3.2提高水资源利用效率

水资源利用效率提升需要系统性的技术创新和管理变革，在农业领域，推广微灌、水肥一体化等节水灌溉技术，建立农业用水精准调度系统，实现水资源的精细化管理，降低农业用水消耗。工业领域的水资源循环利用是提高利用效率的重要突破口，可推广工业废水深度处理和回用技术，建立企业内部的水资源循环利用系统。对于高耗水行业，实施强制性的水资源利用效率标准，倒逼企业技术升级，鼓励开发低耗水、节水型工艺技术，减少单位产品的水资源消耗。城市生活领域也存在巨大的节水潜力，建设城市中，可将生活污水经处理后用于城市绿化、道路清洁等，制定城市建筑节能节水设计标准，在新建建筑中强制执行节水技术要求。

2.4完善水库调度方式

2.4.1统筹防洪、兴利与生态

水库调度是流域水资源管理的核心环节，需要平衡防洪、供水、发电等多重功能需求。生态系统保护应作为水库调度的基本原则，通过科学调度方案维护河流生态系统的完整性和健康，建立跨部门协调机制，整合水利、生态、气象等部门的专业知识，制定综合性的水库调度策略。针对不同流域的生态特征，相关部门可以开发差异化的水库生态调度技术，对于具有特殊生态功能的河段，可实施更为严格的生态调度措施。并建立水库调度的生态效果评估机制，定期对调度方案的生态影响进行科学评估，根据评估结果动态调整调度策略。

2.4.2确定合理的生态基流

生态基流是维持河流生态系统健康的关键因素,生态基流量的确定应综合考虑河流形态、生物多样性、水质等多维度因素,开发基于生态系统需求的生态基流计算模型,建立包括水生生物、水生植被、河岸生态系统等在内的多元评估指标(如表2所示)。

表2 生态基流评估指标表

生态系统维度	评估指标	评估参数	指标权重	评估标准
水生生物	鱼类多样性	物种数量	0.25	生存所需最小水量
	浮游生物数量	密度/体积	0.15	繁衍生存条件
	底栖生物种类	物种数/面积	0.15	栖息环境水量
水生植被	水生植物覆盖率	面积百分比	0.15	生长所需水深
	挺水植物分布	种类/密度	0.1	根系生长条件
河岸生态系统	岸带植被健康度	覆盖率/生长状况	0.1	水文连通性
	河岸稳定性	侵蚀程度	0.1	水量稳定性

生态基流确定需要采用多学科、多尺度的研究方法,相关部门可引入生态水文学、水生态学等跨学科理论,建立基于生态系统功能的生态基流动态调整机制,根据季节变化、气候条件、生态系统恢复状况等因素,灵活调整生态基流量,在枯水期和丰水期采用差异化的生态基流管理策略。同时,部署先进的生态监测设备,实时追踪生态基流对河流生态系统的影响,开发生态基流预警系统,当生态基流无法满足生态系统需求时,及时启动生态补水或生态修复措施^[4]。

2.4.3控制水体富营养化、水华爆发及咸潮入侵

水库调度在控制水体生态问题方面发挥着关键作用,相关部门要针对富营养化、水华爆发等生态问题,开发精准的水库调

度技术,如通过调控水库水位、水量和水流,改善水体交换和自净能力。水华爆发防控需要综合运用水库调度、生态修复等技术手段,调整水库放水策略,增加水体流动性,抑制蓝藻等有害藻类的生长。管理人员可以在水库上游实施氮磷削减措施,控制营养盐输入,或开发生物操纵技术,通过调节浮游动物和鱼类群落结构,抑制藻类大规模繁殖。此外,咸潮入侵是沿海河口地区的严重生态问题,水库调度可通过合理控制下泄流量,形成淡水冲淡咸水的屏障作用。在咸潮入侵高风险时期,优化水库调度方案,最大限度减少咸潮对河口生态系统的破坏。

3 结束语

综上所述,水资源是生态文明建设的重要基础,也是人类可持续发展的关键支撑,只有坚持生态优先、绿色发展的理念,统筹水资源、生态环境和经济社会发展,才能实现流域水资源的科学管理和高效利用。随着理论研究的不断深入和实践探索的持续推进,基于生态修复的流域水资源调度管理将为生态文明建设和美丽中国战略的实施提供有力支撑。

[参考文献]

[1]宋雪迪.大辽河流域水资源调度方案研究[J].水与水技术,2024,(00):199-203.

[2]乔岩松,马新浩,薛晓妍.水资源调度管理办法对流域水资源综合利用的影响研究[J].水上安全,2023,(14):19-21.

[3]常春晓,周宇,吴晨晨.淮河流域水资源调度实践与经验[J].治淮,2023,(09):4-6+9.

[4]孙卫,邱立军,张园园.水资源统一调度工作进展及有关考虑[J].中国水利,2020,(21):8-10+7.

作者简介:

李常青(1988--),男,汉族,山东临沂人,本科,工程师,研究方向:河流水资源调度、生态水量保障。