

The determination method and guarantee mechanism of water ecological flow in modern hydraulic engineering design

Shiyong Liu

Xinjiang Changji Fanghui Hydropower Design Co., Ltd., Changji, Xinjiang, 831800, China

Abstract

With the continuous development of water conservancy engineering construction, the determination and guarantee of water ecological flow has become a key link in modern water conservancy engineering design. The article elaborates on the concept and connotation of water ecological flow, provides a detailed introduction to methods for determining water ecological flow based on hydrology, ecology, and hydrological models, and explores in depth the guarantee mechanisms including monitoring and evaluation systems, technical support, monitoring and feedback, as well as implementation strategies such as typical basin implementation paths, cross basin coordination, public participation, and policy economic incentives integration. The aim of this article is to provide comprehensive theoretical basis and practical guidance for effectively ensuring water ecological flow in modern water conservancy engineering design.

Keywords

modern hydraulic engineering; Water ecological flow; Determine the method; Guarantee mechanism

现代水利工程设计里水生态流量的确定方法与保障机制

刘世勇

新疆昌吉方汇水电设计有限公司, 中国·新疆 昌吉 831800

摘要

随着水利工程建设不断发展, 水生态流量的确定与保障成为现代水利工程设计中的关键环节。文章阐述了水生态流量的概念与内涵, 详细介绍了基于水文学、生态学和水文模型等水生态流量确定方法, 并深入探讨了包括监测与评估体系、技术保障、监测与反馈等在内的保障机制, 以及典型流域实施路径、跨流域协调、公众参与和政策经济激励整合等实施策略, 本文旨在为现代水利工程设计中有效保障水生态流量提供全面的理论依据与实践指导。

关键词

现代水利工程; 水生态流量; 确定方法; 保障机制

1 引言

水利工程在防洪、发电、灌溉等方面发挥着重要作用, 但同时也对水生态系统产生了诸多影响, 如改变河流流量过程、破坏水生生物栖息地等。水生态流量的确定与保障是协调水利工程建设与生态环境保护的核心任务。合理确定水生态流量并建立有效的保障机制, 对于维护河流生态系统健康、保障水资源可持续利用具有极为重要的意义。

2 水生态流量的概念与内涵

2.1 概念

水生态流量是指维持河流、湖泊等水生态系统结构和功能稳定所需要的最小流量或流量过程。它并非一个固定不变的值, 而是随时间、空间以及生态系统需求的变化而动态

变化。水生态流量涵盖了维持水生生物生存、繁殖、迁徙, 保持河流水质、河道形态稳定以及河岸带生态系统正常运转等多方面所需的水量。

2.2 内涵

从生态学角度看, 水生态流量是保障水生态系统完整性和生物多样性的关键因素。它影响着水生生物群落结构, 如鱼类的种类、数量和分布, 以及浮游生物、底栖生物等的生存状况。在水质方面, 足够的水生态流量有助于稀释污染物、促进水体自净, 防止水质恶化。对于河道形态, 合适的流量能够维持河道的冲淤平衡, 塑造稳定的河床和河岸, 为河岸植被提供适宜的生长环境, 进而形成完整的河岸带生态系统, 增强河流生态系统的稳定性和抗干扰能力^[1]。

3 现代水利工程设计中水生态流量的确定方法

3.1 基于水文学的方法

流量历时曲线法: 通过分析长序列的流量资料, 绘制

【作者简介】刘世勇(1981-), 男, 中国新疆昌吉人, 本科, 副高级/副院长, 从事水利水电工程设计研究。

流量历时曲线,确定特定保证率下的流量值作为水生态流量。例如,常选取90%或95%保证率的枯水流量,这种方法简单直观,能反映河流的低流量特征,但未充分考虑生态需求的多样性。

蒙大拿法:该方法根据河流的不同生态功能需求,将全年划分为不同时段,分别确定各时段的最小流量。如在鱼类产卵期确定较高的流量以保障鱼卵孵化和幼鱼生存环境,在非关键时期流量可适当降低,它在一定程度上考虑了生态季节性变化,但确定各时段流量标准存在主观性。

3.2 基于生态学的方法

河道内流量增加法(IFIM):综合考虑水生生物栖息地需求,通过建立水力学模型和生物栖息地适宜性模型,分析不同流量下生物栖息地面积、质量等指标变化,确定适宜的水生态流量范围。例如,以鱼类为指示生物,研究不同流量下鱼类栖息地水深、流速、水温等参数与鱼类适宜生存条件的匹配度,从而确定流量。此方法能较好地反映生态需求,但模型构建复杂,数据要求高。

生物完整性指数法(IBM):通过对河流中鱼类、底栖生物等生物群落结构和功能的调查评估,建立生物完整性指数与流量的关系,确定满足一定生物完整性要求的水生态流量。该方法从生态系统整体角度出发,但生物群落受多种因素影响,流量与生物完整性的关系较难准确界定。

3.3 水文模型法

例如水箱模型等,将流域降雨、蒸发、下渗等水文过程简化为简单的水箱蓄水和流出过程,通过参数率定模拟河流流量过程,进而确定水生态流量。其优点是模型结构简单、计算量小,缺点是对复杂水文过程模拟精度有限。再比如SWAT模型等,基于流域地形、土壤、植被等空间分布信息,将流域划分为多个子单元,详细模拟各单元的水文循环过程,能更准确地预测河流流量变化,为水生态流量确定提供更可靠依据,但模型构建和运行需要大量数据和较高计算资源。

4 现代水利工程设计中水生态流量的保障机制

4.1 监测与评估体系构建

4.1.1 流量监测网络与生态指标监测

构建完善的监测体系是保障水生态流量的重要基础。首先,应在河流关键断面设置流量监测站点,部署先进的监测设备,如声学多普勒流速剖面仪(ADCP),以实时监测河流流量的动态变化。结合卫星遥感和地理信息系统(GIS)等技术,能够实现对整个流域范围内流量变化的全面监测,提升监测的时效性和覆盖范围。此外,水生态流量的监测不能仅局限于流量本身,还需关注其他生态指标,包括水温、水质及水生生物群落等。具体来说,可以通过定期采集水样分析水质参数、监测水体中溶解氧、氮磷含量等关键指标来评估水质状况;同时,通过鱼类调查、底栖生物采样等方式,监测生物群落结构和多样性的变化情况。这些数据将为全面

了解河流生态系统的健康状况和流量保障的效果提供科学依据。

4.1.2 评估体系的建立与优化

在监测的基础上,需要构建科学合理的评估体系,以量化水生态流量保障的效果。应制定明确的水生态流量评估标准和方法,包括流量是否满足确定的生态流量标准,以及生态系统结构和功能是否得到有效保护等内容。评估工作应定期开展,对流量数据和生态监测指标进行综合分析,评估水利工程运行对生态系统的影响。根据评估结果,及时调整保障措施,例如优化流量调度方案或改善生态环境修复策略,以确保河流生态系统的健康和可持续性。此外,评估结果应及时向相关管理部门和公众发布,以增强透明度,促进公众监督和参与。这种动态评估和反馈机制能够不断完善水生态流量保障体系,为流域生态保护提供可靠支撑。

4.2 技术保障机制

4.2.1 水利工程优化调度技术

水利工程优化调度技术是实现水生态流量保障的重要手段之一。通过开发先进的水利工程调度模型,例如基于多目标优化的水库调度模型,可以在满足防洪、发电、灌溉等传统水利任务的同时,将水生态流量保障纳入调度目标。该技术结合流域内的水文、生态和社会经济数据,通过模拟与优化算法合理安排水库的蓄水和放水时间及流量,以最大限度协调水利工程的综合效益与生态保护需求。例如,在汛期可根据实时流量预测合理调控水库下泄流量,防止河流干涸或过流对水生态系统造成破坏;在非汛期则通过优化调度维持河流基流,保障水生生物的生存需求^[9]。优化调度技术的应用,不仅提高了水资源的利用效率,还在保障水生态流量的基础上实现了生态与经济效益的有机结合,为流域水资源管理提供了科学依据。

4.2.2 生态修复技术

生态修复技术是恢复受损水生态系统功能的重要措施,对于因水利工程建设而导致生态环境恶化的区域尤为关键。在河道修复中,可以通过建设生态护坡、人工湿地等工程手段,改善河道生境条件。例如,生态护坡的设计不仅可以防止水土流失,还能通过植物和基质的配置,为水生生物提供多样化的栖息地。人工湿地则通过模拟天然湿地的水文和生物特性,增强水体的自净能力,有效去除水中的污染物,提高水质。除此之外,还可以结合生物恢复措施,如投放适宜的鱼类和底栖生物,恢复受损的生物群落结构。这些生态修复措施在提升水生态系统稳定性和恢复自然水文循环的同时,也间接保障了水生态流量的生态功能。通过技术与工程的综合应用,能够有效减轻水利工程对生态系统的不良影响,为水生态环境的可持续发展奠定基础。

4.3 生态流量监测与反馈机制

4.3.1 实时监测与预警

建立生态流量实时监测系统是保障河流健康和生态流

量的基础。通过在关键河段部署流量监测设备,并结合物联网和云计算技术,能够实时采集和分析流量数据。当监测数据低于设定的生态流量阈值时,系统会立即发出预警信息。这些预警信息可以通过短信、电子邮件等方式迅速通知水利工程管理人员,也可以在相关网站和信息平台上发布,供公众和管理部门参考。实时监测和预警机制的实施,可以帮助管理人员及早发现问题并快速采取应急措施,如调整水库下泄流量或开启补水工程,从而避免生态环境进一步恶化。这一机制不仅提升了水生态流量管理的反应速度,也为生态系统提供了及时的保护。

4.3.2 反馈调整机制

在实时监测和预警的基础上,构建反馈调整机制能够进一步提高水生态流量保障的效果。当流量异常时,水利工程管理部门根据预警信息迅速采取调整措施,如增加下泄流量、优化调度方案等。调整后,将流量及相关生态指标的变化情况反馈到监测与评估体系中,通过对调整效果的分析,评估措施的有效性并总结经验。这种监测、预警、调整和反馈的闭环管理模式,能够持续优化水利工程运行策略,确保生态流量得到动态保障。通过不断调整和改进,不仅提升了生态流量管理的科学性和精准度,也为流域生态保护和水资源的可持续利用提供了坚实支撑。

5 水生态流量保障机制的实施路径与策略

5.1 典型流域生态流量保障实施路径分析

以长江流域为例,首先对流域内不同河段的生态功能和用水需求进行详细调查评估,确定各河段的生态流量目标。在上游地区,重点保障河流源头的水源涵养功能,通过建立自然保护区、实施退耕还林还草等措施,增加流域水资源量并稳定河流基流。在中游地区,针对湖泊湿地众多的特点,加强湖泊生态水位控制和湿地补水工程建设,保障湖泊湿地生态系统的健康。在下游地区,结合河口地区咸淡水混合、生物多样性丰富的特点,合理安排水利工程调度,保障河口地区适宜的流量和盐度,维护河口生态系统平衡。

5.2 跨流域生态流量保障的协调机制

跨流域调水工程在缓解水资源供需矛盾的同时,也对调出区和调入区的水生态流量产生影响。建立跨流域生态流量协调机制至关重要。一方面,在调水工程规划设计阶段,充分评估调水对调出区河流生态系统的影响,确定合理的调水量和调水时间,通过建立补偿机制,如对调出区实施生态补偿、水资源补偿等,保障调出区水生态流量。另一方面,在调入区,合理规划用水布局,提高水资源利用效率,避免

因调水导致调入区生态流量被挤占,确保调入区生态系统稳定。

5.3 水生态流量保障的公众参与机制

水生态流量保障的公众参与机制主要包括宣传教育、公众监督和公众参与决策三方面内容。通过多种媒体渠道如电视、网络和报纸等,开展水生态流量保护的宣传教育活动,制作科普纪录片和公益广告等,普及水生态系统知识及水利工程对生态流量的影响,增强公众环保意识。建立公众监督平台,鼓励公众参与水生态流量的监测与监督,例如设立举报电话和网络举报平台,便于公众对违反水生态流量保障规定的行为进行举报,营造全社会共同监督的良好氛围。在水利工程的规划、设计及运行管理过程中,通过征求意见等方式,让公众深度参与水生态流量保障相关决策,充分听取公众的意见和建议,从而提高决策的科学性和民主性。

5.4 政策与经济激励机制的整合

政策与经济激励机制的整合在水生态流量保障中起着重要作用。一方面,需要制定完善的政策法规体系,通过明确水利工程建设和运行中保障水生态流量的责任和义务,形成制度约束。例如,出台水生态流量管理条例,要求水利工程按照生态流量标准下泄流量,对违反规定的行为依法追究,从而保障政策的权威性和执行力。另一方面,建立经济激励机制,通过财政补贴、税收优惠等手段激励水利工程业主积极履行生态流量保障责任。同时,对采用节水技术、减少用水对生态流量影响的用水户提供水价优惠和节水奖励,通过经济杠杆引导各方主动参与水生态流量保障工作。政策和经济激励的有机结合能够提高保障水生态流量的自觉性和长效性,促进水生态环境的可持续发展。

6 结语

现代水利工程设计中,水生态流量的确定与保障是实现水利工程与生态环境协调发展的关键。通过深入研究水生态流量的概念与内涵,采用科学合理的确定方法,建立完善的保障机制以及有效的实施路径与策略,可以在充分发挥水利工程经济效益的同时,最大程度地保护水生态系统健康,实现水资源的可持续利用。

参考文献

- [1] 马千帆. 浅析现代景观设计在生态水利工程中的运用[J]. 花卉, 2018, (16): 40-41.
- [2] 蔡干. 现代水利工程设计中的水生态问题探析[J]. 现代物业(中旬刊), 2018, (02): 90.
- [3] 刘璐. 现代城市建设中水利工程发展方向分析[J]. 水利科学与技术, 2015, (02): 5-8.