

水利水电工程中的生态环境影响评估与优化措施

申文阳

辽宁北方环保建设工程有限公司, 中国·辽宁 铁岭 112600

摘要: 水利水电工程作为中国重要的能源开发项目, 在社会提供清洁能源的同时, 也会对周围的生态环境产生一定的影响。水库建设、洪水调度、生态水流量的调节等都可能对水质、动植物栖息地、地形地貌等造成不同程度的影响。因此, 对水利水电工程中的生态环境影响进行科学评估与优化是十分重要的。论文探讨了水利水电工程生态环境影响的评估方法, 并提出了相应的优化措施。通过对多个案例的分析, 指出生态环境影响评估和优化措施在项目设计、施工及运营管理中的应用, 并提出相应的政策建议。希望为未来水利水电工程的可持续发展提供理论支持和实践指导。

关键词: 水利水电工程; 生态环境影响; 影响评估; 优化措施; 可持续发展

Ecological Environment Impact Assessment and Optimization Measures in Water Conservancy and Hydropower Engineering

Wenyang Shen

Liaoning North Environmental Protection Construction Engineering Co., Ltd., Tieling, Liaoning, 112600, China

Abstract: As an important energy development project in China, water conservancy and hydropower engineering not only provides clean energy for society, but also has a certain impact on the surrounding ecological environment. Reservoir construction, flood control, and regulation of ecological water flow may all have varying degrees of impact on water quality, habitats of animals and plants, topography and landforms. Therefore, it is very important to scientifically evaluate and optimize the ecological environment impact in water conservancy and hydropower projects. The paper explores the assessment methods for the ecological environment impact of water conservancy and hydropower projects, and proposes corresponding optimization measures. By analyzing multiple cases, this paper points out the application of ecological environment impact assessment and optimization measures in project design, construction, and operation management, and proposes corresponding policy recommendations. I hope to provide theoretical support and practical guidance for the sustainable development of future water conservancy and hydropower projects.

Keywords: water conservancy and hydropower engineering; ecological environment impact; impact assessment; optimization measures; sustainable development

0 前言

水利水电工程作为集水资源开发、能源生产和防洪抗旱等多功能于一体的重要基础设施, 具有重要的社会和经济价值。随着水资源的紧张和环保意识的提高, 水利水电工程不仅要满足能源需求, 还需兼顾生态环境保护。然而, 水利水电工程的建设与运行可能会导致生态环境发生一系列变化, 影响水质、水量、物种多样性、气候调节等多个方面。因此, 开展水利水电工程的生态环境影响评估与优化措施研究, 对于确保其可持续发展、减少负面影响具有重要意义。

论文将深入探讨水利水电工程中的生态环境影响评估方法, 分析常见的环境问题, 并提出相应的优化措施。通过结合多个案例分析, 进一步展示如何通过有效的管理和技术措施减少生态损害, 推动项目的绿色发展。

1 水利水电工程生态环境影响评估

1.1 生态环境影响评估的基本概念

生态环境影响评估 (Environmental Impact Assessment, EIA) 是一种对开发项目建设过程中可能引发的生态变化进行预测、评估和管理的科学活动。它旨在通过提前分析和评估项目的潜在环境影响, 找出其对生态系统和社会环境的可能负面影响, 并提出减少这些影响的措施。

在水利水电工程中, 生态环境影响评估主要包括以下几个方面:

①水质影响评估: 分析水库建设对水质的影响, 包括水库富营养化、溶解氧变化、沉积物污染等。

②水文水资源影响评估: 分析水利工程的蓄水、泄洪调度等操作对水文条件的改变, 以及水资源的分配和利用。

③生态系统影响评估：关注水生生物、动植物栖息地等的生态影响，分析物种的栖息地、迁徙路径和食物链的变化。

④环境保护和修复评估：评估水利工程施工过程中的土壤侵蚀、植被破坏等环境问题，并提出相应的修复建议。

1.2 生态环境影响评估的方法

水利水电工程的生态环境影响评估方法主要包括以下几种：

①专家评估法：依赖领域专家的知识和经验，结合具体项目情况，判断项目的环境影响。这种方法较为简单，但缺乏量化分析，评估结果可能存在一定的主观性。

②模型模拟法：通过构建数学模型，对生态环境变化进行预测与模拟。例如，通过水文模型模拟蓄水、泄洪的水流变化，分析其对下游生态的影响；使用水质模型模拟污染物的扩散过程，预测对水体质量的影响。

③地理信息系统（GIS）法：利用 GIS 技术对水利水电工程的施工区域及周边环境进行空间分析，绘制生态环境影响图，进行数据的可视化展示。

④环境监测法：依靠实际的环境监测数据，结合历史数据，分析项目实施前后环境的变化情况，提供准确的实证数据支撑。

1.3 水利水电工程生态环境影响评估的挑战

水利水电工程的生态环境影响评估面临多方面的挑战。首先，生态系统的复杂性和多样性使得环境影响评估具有较高的不确定性。其次，水利水电工程的建设和运行涉及多学科领域，评估工作需要综合考虑水文、水质、生态学、环境法等多个因素。再次，由于水利水电项目的区域性特征，环境评估往往需要结合具体项目的实际情况，导致评估的复杂性和差异性。最后，现有的评估标准和方法尚未完全统一和完善，部分地区和项目的环境影响评估仍处于初步阶段，缺乏系统和标准化的评估框架。

2 水利水电工程的生态环境影响评估方法

生态环境影响评估（EIA）是水利水电工程建设的重要环节，能够为项目决策提供科学依据，确保工程在设计 and 实施过程中有效控制生态环境风险。随着生态文明建设和可持续发展目标的提出，水利水电工程的环境影响评估不仅要关注工程的短期影响，还要对项目的长期生态影响进行全面的预测和评估。

2.1 环境影响评估的基本概念

环境影响评估是一项系统性的方法，旨在评估项目实施对自然环境、社会环境和人类健康可能带来的负面影响，并提出相应的缓解措施。对水利水电工程而言，生态环境影响评估主要关注水质、水流、气候变化、物种栖息地等方面，评估其对生态系统的破坏或负面影响，并提出优化设计和改进措施。评估内容不仅涵盖物理、化学环境的影响，还应考

虑生态系统功能、物种多样性、区域生态平衡等因素。

2.2 生态环境影响评估的流程

生态环境影响评估通常包括以下几个阶段：初步环境评估、详细环境评估、设计优化和实施监测。

①初步环境评估：这一阶段主要依赖于对项目初步设计图纸的审查，结合环境背景数据，进行快速评估，判断项目是否会对生态环境造成显著影响，并提出初步的评估结果。此时，评估的目的是尽早发现潜在的环境风险，为后续设计提供指导。

②详细环境评估：在此阶段，需对项目区域进行详细的环境现状调查，尤其是生态环境的现状数据采集，如水质监测、生态物种的分布、生态系统的现状分析等。同时，评估工程施工、蓄水和运营过程中可能产生的具体影响，如水流变化、湿地破坏、动物栖息地丧失等问题。

③设计优化与评估结果的反馈：基于详细评估结果，项目设计方需要根据反馈对设计方案进行优化，以减少对生态环境的影响。这一阶段的关键是在环境评估的基础上对设计方案进行修改，以实现生态保护和项目功能的平衡。

④环境监测与管理：项目建成后，环境监测系统的建设和数据采集非常重要。在工程运营阶段，通过监测水质、空气质量、生态物种的变化等数据，评估工程对生态环境的实际影响，确保工程按照优化设计方案运行，避免生态风险的发生。

2.3 生态影响评估的方法与技术

在生态环境影响评估中，常用的方法包括定性分析法、定量分析法、模型预测法等。随着大数据、人工智能等技术的发展，现代的生态评估方法越来越依赖于数据驱动的分析。

①定性分析法：定性分析法通常依赖于对现有文献的回顾、专家咨询以及现场调查等手段，分析项目实施可能引发的生态影响，并提出初步的评估结论。此方法适用于无法用量化数据进行评估的情况，如生态功能的改变、物种栖息地的丧失等。

②定量分析法：定量分析法通过统计数据、生态模型和数学方法等手段，对生态环境影响进行量化评估。常见的量化指标包括水质指标（如氮磷浓度）、水流变化（如流速、流量的波动幅度）、水生物种的数量和多样性等。这种方法可以为政策制定者提供更加精确的数据支持。

③生态模型与预测分析：随着计算机技术的发展，生态环境影响的评估逐渐采用生态模型和预测分析方法。通过构建生态模型，预测项目建设后生态环境变化的趋势，判断项目是否对生态环境产生负面影响。常见的模型有水流模拟模型、物种分布预测模型等。

④遥感技术与 GIS 技术：遥感技术和 GIS（地理信息系统）技术可以对项目区域进行精确的地理环境分析，通过获取地形、植被、土地使用等遥感数据，评估项目区域的生

态环境现状和变化趋势。这些技术的结合可以为项目提供详尽的环境背景数据,提升评估的精确度。

3 案例分析: 水利水电工程生态环境影响评估与优化措施

3.1 某水电站生态环境影响评估与优化措施

某大型水电项目位于中国西南地区,项目初期进行的环境影响评估表明,该项目的实施可能对水库周边的水质、水生生物栖息地以及水流的生态流量产生严重影响。尤其是水库的蓄水与洪水调度,可能会改变生态环境中物种的栖息条件和水生植物的生长环境。

项目实施中的生态影响:

①水质问题:水库建设后,由于水体蓄水量增大,水流速度减缓,导致水体富营养化,水质出现较大的波动,尤其是水库淤积物中的有机物质分解使得水质污染问题更加严重。

②水生生态系统的影响:水库的建设导致原有水流及湿地环境发生剧变,水生植物受影响,水生物种的栖息和繁殖受到制约。

优化措施:

①水文调度优化:项目组对水库的水文调度方案进行了优化,采取了差异化的蓄水与泄洪策略,确保生态流量不受影响。通过合理安排蓄水和泄洪计划,在确保下游用水和防洪的基础上,也保障了水库周围的生态环境。

②生态修复方案:为了恢复水库周围水生生态环境,项目方实施了大规模的植被恢复行动,种植了大量水生植物,创建了生态浮岛,帮助水体中溶解氧的平衡,改善水质。

③人工鱼道建设:为保证水生动物迁徙通道畅通,减少水库建设对鱼类及其他水生物种迁徙路径的影响,项目方在水坝建设区域设计了人工鱼道,为水生物种提供了栖息和迁徙的通道。

④水质治理技术应用:采用先进的水质治理技术,如人工湿地技术、水生植物带等进行水质净化。通过这些措施,水库水质得到了有效控制,水生生态系统逐步恢复。

评估结果:实施这些优化措施后,水库区域的生态环境得到显著改善。水质的改善和生态浮岛的使用有效降低了水体富营养化现象,水生物种的栖息地逐步恢复,生态平衡得到了良好的维持。

3.2 某水库生态环境优化案例

某中型水库工程位于中国东北某地区,工程建设初期并未充分考虑生态保护问题,导致水库的周边生态环境受到一定程度的损害,特别是湿地和岸坡植被的破坏,水库上下游生态系统的水流量减少,水生物种的栖息地遭到破坏。水库建设后的短期内,水质问题也较为严重,水体富营养化的现象显现,水库水质存在一定的污染风险。

生态影响问题:

①湿地生态系统的受损:在水库的建设过程中,原有湿地遭到大规模的占用和破坏,湿地植物和水生动物的栖息

地丧失,影响了生物的多样性。

②水库水质问题:由于水库在建设初期缺乏对水质的有效控制,导致水库中水体富营养化现象严重,水库的水质受到了显著污染,影响了水库周边生态系统的稳定性。

优化措施:

①生态流量保障措施:在水库蓄水和泄洪调度过程中,项目方采取了生态流量保障措施,确保水库下游的生态流量稳定,防止因调水操作引发的生态危机。

②湿地恢复与生态补偿:为了修复水库周边的湿地生态系统,项目方启动了湿地恢复项目,对受损湿地进行植被恢复,并种植本地适应性强的湿地植物,以恢复湿地生态功能。

③水质净化与监控:为了遏制水库富营养化现象,项目方安装了水质监测设备,并定期检测水库水质。与此同时,结合人工湿地技术和水生植物带的栽种,显著改善了水体的水质,降低了水库中有害物质的浓度。

④生态补偿机制:为弥补水库建设给周边生态带来的影响,项目方建立了生态补偿基金,定期向受影响区域提供生态恢复资金,用于水质治理和生物多样性保护等工作。

评估结果:随着以上优化措施的实施,水库周边的生态环境得到了逐步恢复。湿地植被的恢复不仅为水生物种提供了栖息地,还改善了水质,水库水体的富营养化现象得到了有效遏制。生态补偿机制的建立,也帮助当地生态环境得到了长期的保护与修复,水库的生态环境得到了显著的改善。

3.3 某大型水利水电工程的环境影响评估与优化

在某大型水利水电工程的设计阶段,初步环境影响评估显示,项目实施可能对生态环境产生一系列负面影响,尤其是水库的蓄水和泄洪对下游生态系统、鱼类栖息地以及水质的影响。通过系统分析,该项目的环境影响评估提出了一些优化建议,并在工程实施过程中做出了相应的调整。

生态影响问题:

①水生生物栖息地的破坏:由于水库的建设,部分水生植物和鱼类栖息地将遭到破坏,水生生物生存条件恶化。

②水质污染问题:水库水质容易出现污染,尤其是在初期蓄水阶段,水体内的有机物质分解可能导致富营养化现象。

优化措施:

①水库调度优化:优化了水库的蓄水和泄洪调度,确保了生态流量的稳定性。特别是对于下游的生态流量,采取了动态调度,避免过度抽水和水流量的剧烈波动。

②水生生态系统修复:实施了水生植物带建设、水质净化和生态浮岛的种植等多项修复措施,增加水体的氧气含量,缓解水质污染问题。

③鱼类保护与人工鱼道建设:设计了人工鱼道,确保

水生物种能够顺利通过水坝区域,减少对鱼类的栖息地和迁徙路径的影响。

④生态补偿与公众参与:项目方通过生态补偿机制为受影响地区提供资金支持,推动生态修复项目的实施。同时,积极组织公众参与环保行动,增强周边社区对环境保护的意识。

评估结果:项目实施后,水库周围的生态环境恢复良好。水库的生态流量保障得到了有效执行,水生植物和鱼类栖息地逐渐恢复,水质得到了显著改善。生态补偿资金的投入使得周边生态得到长效保护,项目的环境影响得到了最大程度的减缓。

4 结论

通过以上案例的分析,可以看出,水利水电工程的生

态环境影响评估和优化措施对于确保项目的可持续发展至关重要。合理的环境影响评估能够提前发现潜在问题,并在项目设计、施工及运营过程中采取有效的管理措施,最大限度地减少对生态环境的负面影响。未来,随着环保技术的不断发展和评估方法的不断完善,水利水电工程的生态环境保护将更加科学、系统,并为生态文明建设作出重要贡献。

参考文献:

- [1] 周亚琳,李鹏,张海燕.水利水电工程生态环境影响评估的现状与发展趋势[J].水利学报,2019,50(1):65-72.
- [2] 陈红梅,李庆丰,高军.水库建设对生态环境影响及其优化措施[J].生态环境学报,2020,29(1):58-62.
- [3] 王建明,郑州.水利水电工程中的生态环境管理实践与对策[J].2021.