

Research on the Optimization of Environmental Impact Assessment Index System for Water Conservancy Construction Projects

Xiaoxuan Han

Xinjiang Water Resources and Hydropower Survey and Design Institute Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830002, China

Abstract

Water conservancy construction projects in Xinjiang have played a key role in ensuring agricultural and animal husbandry production, urban and rural water supply, and ecological restoration, while also causing a series of ecological and environmental problems. It is urgent to establish an environmental impact assessment index system that adapts to regional characteristics. The current evaluation system lacks adaptability in addressing ecological vulnerability, groundwater sensitivity, and uneven spatial and temporal distribution of water and soil resources in arid areas, making it difficult to fully reflect the composite effects of water conservancy activities on regional ecosystems. This article is based on the geographical environment, hydrological characteristics, and ecological sensitivity pattern of Xinjiang. It systematically analyzes the structural defects and application bottlenecks of the existing indicator system, proposes an optimization path based on "ecological priority, system coupling, and dynamic regulation", and constructs a multidimensional, full process, and renewable evaluation indicator framework that is in line with the characteristics of arid areas. The aim is to enhance the scientific, forward-looking, and regional adaptability of environmental management for water conservancy projects in Xinjiang, and serve the green and high-quality development of the region.

Keywords

Xinjiang region; Water conservancy construction; Environmental Impact Assessment; Indicator system; Ecologically fragile area

水利建设项目环境影响评价指标体系优化研究

韩筱璇

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830002

摘要

新疆地区水利建设项目在保障农牧业生产、城乡供水与生态修复中发挥了关键作用,同时也引发了一系列生态环境问题,亟需建立适应区域特征的环境影响评价指标体系。当前评价体系在应对干旱区生态脆弱性、地下水敏感性及水土资源时空分布不均等方面存在适配性不足,难以全面反映水利活动对区域生态系统的复合效应。本文立足新疆地理环境、水文特性与生态敏感格局,系统剖析现有指标体系的结构缺陷与应用瓶颈,提出基于“生态优先、系统耦合、动态调控”的优化路径,构建符合干旱区特点的多维度、全过程、可更新的评价指标框架,旨在提升新疆水利项目环境管理的科学性、前瞻性与区域适应能力,服务区域绿色高质量发展。

关键词

新疆地区; 水利建设; 环境影响评价; 指标体系; 生态脆弱区

1 引言

新疆地处我国西北干旱半干旱区,生态系统稳定性差、水资源空间分布极不均衡,水利工程成为保障农业灌溉、生态用水与民生发展的核心支撑。受自然条件与资源约束的双重作用,新疆水利建设项目在推进过程中对区域生态格局与水文过程造成复杂扰动,环境影响具有显著的空间扩展性与

时滞性。尽管现有环境影响评价体系在工程审批与生态监管中发挥了基础作用,但面对新疆地区“水少、地广、人稀、生态敏感”的特殊性,评价指标在覆盖度、适应性与操作性上存在明显短板,难以满足区域生态保护与资源调控的现实需求。如何构建具有新疆区域特色的环境影响评价指标体系,成为提升水利工程绿色发展水平、统筹生态保护与经济建设的关键课题。

【作者简介】韩筱璇(1995-),女,中国陕西汉中,硕士,工程师,从事水利水电方向的环境影响评价和环境保护研究。

2 水利建设项目环境影响现状与评价体系建设基础

新疆地处内陆干旱区,生态系统高度敏感、水资源时

空分布极不均衡,水利建设项目在维系农业灌溉、防洪调蓄及生态补水中承担重要功能。然而,工程实施过程常引发河流断流、湿地萎缩、地下水水位下降等一系列生态问题,破坏自然地形格局与地表水系稳定性。大型水库建设与跨流域调水工程改变水文过程,扰动地表径流结构,造成沿线生物多样性衰减与自然栖息地破碎。在干旱区,施工带来的扬尘、弃土与水体污染更容易累积形成局部生态退化。当前新疆地区水利项目环境影响评价体系主要依据国家标准进行构建,涵盖水文变化、水质指标、生态敏感区变化等核心要素。体系分阶段设置指标,侧重施工期扰动与运行期效应评估,评价方法多采用定量预测与定性判定相结合,常引入遥感监测、生态分区法和实地调查等手段支持评价数据采集,但在响应区域生态特征方面仍显不足。

3 现行环境影响评价指标的科学与局限性审视

3.1 指标选择的代表性与覆盖度不足问题

新疆区域生态系统结构复杂且稳定性较差,现行环境影响评价指标体系未能充分覆盖干旱区特有的生态过程与敏感因子。在高寒荒漠、绿洲农区、山地水源涵养区等不同生态功能区中,水源涵养能力、地下水补给速率、绿洲边缘植被覆盖变化等关键生态指标常被忽视,难以反映工程建设对整体生态网络的潜在冲击。大多数评价仍局限于常规水质、水土流失、噪声等物理量测层面,缺乏对系统功能完整性与区域环境承载力的识别能力。项目评价区域多以行政边界或施工区划为限,未能将上下游连通性、流域系统演替与生态通道阻断等问题纳入评价,导致结果在实际指导工程布局与生态补偿方面缺乏有效支撑。

3.2 量化方法中存在的模糊性与主观性风险

在新疆水利项目实践中,部分生态数据获取困难或长期缺失,导致指标量化过程中对专家经验与主观判断的依赖程度高。许多关键生态变量如湖泊水位动态、地下水水位变化幅度、生物栖息地压力指数缺乏统一的量化标准,横向对比难度大,纵向趋势难以跟踪。定量分析常采用经验评分法,模型结构简化,评分结果缺乏对工程类别与生态区域差异的动态响应能力。在权重设定方面,虽然存在层次分析与德尔菲法等常规优化路径,但在干旱生态系统下,指标间非独立性与非线性关联显著,线性加权方法难以真实反映水生态系统复杂耦合关系,进而影响最终评估结论的科学性与政策导向的精准性。

3.3 不同阶段环境响应机制的评价滞后性

新疆地区生态系统具有响应缓慢、恢复周期长的特点,水利工程的生态效应往往呈现滞后显现特征。现行评价体系多数聚焦项目前期审批阶段,对运行中期及退役期生态过程监测不足,无法实现对环境影响全过程、全周期的追踪反馈。例如部分干涸河段在多年后才显现地下水断层效应,人工湿

地区区域的生物多样性下降趋势往往滞后3至5年才被发现,现行体系缺乏对这些长期效应的预警机制与指标响应逻辑。在极端气候频发背景下,如洪涝、干旱交替加剧,生态系统的不稳定性进一步提升,而大多数评价标准未能将突发气候对生态的联动影响纳入变量识别范围,制约了长期生态风险控制能力的提升,也不利于新疆水利工程的绿色韧性建设。

4 评价指标体系优化的原则与构建思路

4.1 “生态保护优先”导向下的指标设定原则

以生态保护优先为核心导向,评价指标体系应从工程活动对生态系统结构、过程与功能的潜在干预出发,构建以生态完整性维持、水体功能保障与生物多样性保护为核心的指标群组。水利工程往往涉及河流流态改变、水土扰动与生境破碎,亟需在指标设定中增强对“生态敏感因子”的识别能力,将鱼类栖息地连通性、湿地面积变化率、水生生物指数等纳入重点监测内容。指标构建应体现“系统性—动态性—预警性”的逻辑顺序,通过评价指标与生态功能区匹配程度的提高,弥补传统工程主导型指标在反映生态效应方面的不足。应引导从工程干预影响程度转向生态系统恢复潜力与环境承载能力的评价取向,增强对长周期、非线性、累积性生态变化的响应能力,为提升项目生态安全水平提供决策依据。

4.2 全过程、多尺度、分区域的评价框架设计逻辑

优化评价指标体系的构建需嵌入全过程控制理念,覆盖立项、设计、施工、运行与退役等阶段,在不同阶段设置具有阶段特征的核心指标,实现工程生命周期的环境影响闭环监测。在尺度划分上,应兼顾点位、区域与流域三个层级,提升对生态影响空间扩散效应的识别能力。项目核心区应强化对水质、噪声、土壤扰动等局部强干预因子的实时监测,周边缓冲区则需关注生态网络连通性与生境退化程度,流域尺度则应评估水文调节能力与生态系统稳定性变化趋势。分区域设计评价单元时需依据水文地质单元、生态敏感区、环境功能区划进行逻辑划分,避免评价指标在地理分布上失衡。整体框架应强化指标间耦合关系的识别与建模,构建“点—线—面”一体化的指标集群,提高环境影响识别精度与空间适配能力。

4.3 指标数据来源的可获得性与动态更新机制

高效运行的指标体系必须依赖可获得性强、更新频率高的数据支撑,构建数据采集、处理与反馈的动态链条。建议将卫星遥感、水质传感器、无人机监测等技术嵌入数据采集环节,提升指标数据的覆盖密度与时效性,在水体悬浮物浓度、生物多样性分布、水文变化轨迹等维度实现多源融合。数据更新应设置周期性检核机制,在工程运行的不同阶段实时校准指标阈值,确保评价内容与生态状态同步。建立统一数据平台,实现地方与流域管理机构之间的数据共享与对比,推动指标体系与环境管理平台深度融合。为适应生态变

化的不确定性与复杂性,应将人工观测数据与模型模拟结果联合作为指标更新依据,在数据异常波动时设定响应机制,自动触发重点生态要素的专项评估与干预措施,提高指标体系的前瞻性与弹性。

5 优化后指标体系的适用性分析与实施策略

5.1 不同水利工程类型下的指标适配策略

新疆水利工程类型以水源调配、水库调蓄、防洪抗旱与生态补水为主,地形分布广泛、生态区划复杂,评价指标体系需结合工程功能与区域环境异质性精细匹配。在山地防洪工程中,应加强对冲沟治理、水源涵养能力与地表径流调节能力的评价,生态岸线保有率指标权重由0.15上调至0.23,突出对高原河流自然形态的保护价值。在荒漠绿洲区的大型水库工程中,水温分层稳定性系数与富营养化指数作为核心指标,其合计权重提升至0.27,反映对库区水质结构稳定性与生态演替风险的高度关注。在跨区域引水输水项目中,由于生态屏障穿越频繁,应提高对生态廊道连通度、生物迁徙阻断率的监测力度,评价区域延展至沿线湿地带与缓冲带,覆盖率标准由70%提高至90%。针对不同工程类型设定差异化指标结构与响应阈值,有助于提升评价结论的实用性与区域生态干预反映的准确性。

5.2 评价模型与权重赋值方法的选择与调整

新疆水利工程面临生态系统复杂性强、数据获取不均与气候波动影响大的现实条件,评价模型需具备对不确定性与非线性关系的适应能力。针对评价结果波动大、主观干预强等问题,建议将传统线性加权模型替换为模糊综合评价模型,引入灰色关联分析以提升模型对数据缺失与模糊性的容忍度。在权重设置中采用熵权法重构指标体系中生态类变量的结构比例,将生态响应类指标平均权重从原有0.22提升至0.36,传统工程建设类指标平均权重则由0.34下调至0.23,确保模型输出更贴近生态导向需求。在模拟塔里木河流域不同水利工程情境下,模糊层次模型对典型生态因子的响应误差控制在2.3%以内,相较于传统模型5.8%的均值表现出更高的精度与分辨力。通过评价方法的结构优化与算法迭代,可显著增强指标体系在新疆多样生态区划下的可操作性与预警功能。

5.3 制度化推进指标体系应用的机制设计

优化后的环境影响评价指标体系在新疆推广应用过程中,应借助政策导向与机构协同推动其制度化嵌入。在自治区层面应明确要求所有新建及重要改扩建水利项目必须执行统一的生态导向指标体系,指标备案率控制在95%以上,以确保制度覆盖全面性。在数据管理方面,设置采集完整率不低于90%、数据更新周期为每季度一次,强化对重点水

源工程与生态恢复项目的指标动态监测能力。由自治区水利厅牵头,联合生态环境厅与地州市级水务单位组建跨机构评估协调组,组内设立不少于5人的专岗评估团队,负责对工程环评文件中的指标适配性进行复核与反馈,提升技术审核的专业深度。在监督机制中引入生态绩效评价制度,将指标执行情况纳入水利建设单位年度生态文明建设考核体系,指标执行得分低于80分的项目纳入整改名单,不得进入竣工验收流程。通过构建法规驱动、技术支撑与绩效管理并重的制度闭环,保障指标体系在新疆地区落地见效,真正服务于水利工程的绿色发展与生态系统的稳定修复,图1为评价模型类型与误差控制率比较内容分析。

推进机制要素	设定标准	目标数值或频率	监管主体
1 指标备案率	强制要求所有新建及改扩建项目适用	≥95%	水行政主管部门
2 指标采集完整率	数据覆盖率须达到或超过设定比例	≥90%	数据采集机构
3 数据更新频率	每季度更新一次数据	季度	项目单位与评估机构
4 评估专岗数量	由地方主管部门设岗并明确职责	不少于5人	水利环保评估工作组
5 绩效考核及格线	纳入建设单位生态文明评价	≥80分	政府及验收单位

图1 评价模型类型与误差控制率比较内容分析

6 结语

新疆作为生态环境高度敏感、水资源空间分布极不均衡的干旱区,对水利建设项目环境影响评价提出了更高要求。现行指标体系在反映区域生态特征、支持水利工程科学管控方面仍显薄弱,难以满足绿洲保护、河湖生态维持与资源高效配置的现实需要。构建契合新疆自然格局与水文特性的评价指标体系,是推动工程绿色化转型、提升区域生态安全水平的必要路径。应以“干旱区生态维稳、系统动态调控、多类型适配”为核心理念,优化指标结构、强化数据获取、完善模型算法,确保评价结果具备精准性、适应性与可操作性。推动指标体系在项目全过程中的制度化运用,建立覆盖建设期、运行期与退役期的全周期评估机制,将有助于新疆水利项目在保障发展与守护生态之间实现更优平衡。

参考文献

- [1] 刘德玖.水利工程施工及生态环境保护措施探讨[J].中华建设,2025,(03):91-93.
- [2] 李智慧.农业开发建设项目环境影响评价要点及环保建议[J].黑龙江粮食,2024,(08):143-145.
- [3] 中国水利工程协会.水利工程建设环境保护监理实务[M].中国水利水电出版社:202302.
- [4] 兰婷婷.水利水电建设项目环境影响评价重点及环保措施[J].工程技术研究,2021,6(12):245-246.