

# 基于生态理念的水利水电工程设计与环境影响评估

史怡昕

洛阳水利勘测设计有限责任公司 河南 洛阳 471002

**摘要:**为破解传统水利水电工程“重效益、轻生态”的困境,实现工程与生态环境协同发展,本文以生态理念为核心,探讨工程生态化设计路径,涵盖选址布局、核心工程、施工环节及关键技术应用。同时构建“目标层—准则层—指标层”三级评估体系,整合定性与定量方法,量化分析工程对水文、生态及社会环境的影响,提出优化措施,为生态友好型工程建设提供科学参考,推动双重效益共赢。

**关键词:**基于生态理念;水利水电工程设计;环境影响评估

引言:水利水电工程是保障水资源合理利用与能源安全的重要载体,但传统设计模式易引发生物多样性丧失、水土流失等生态问题,与生态文明建设要求相悖。当前,生态优先、绿色发展已成为工程建设的核心导向,亟需将生态理念贯穿工程全生命周期。基于此,本文聚焦工程生态化设计与环境影响评估,梳理相关理论,探究设计优化策略与科学评估方法,解决工程建设与生态保护的矛盾,助力水利水电工程高质量、可持续发展。

## 1 相关理论基础

### 1.1 生态理念核心内涵

(1)生态理念的定義与核心要义:核心是尊重自然、顺应自然、保护自然,摒弃人类中心主义的片面认知,强调生态系统的整体性、稳定性与可持续性。其核心要义在于承认自然生态的固有价值,主张人类活动与自然生态和谐共生,追求工程建设与生态环境的协同发展,而非单纯利用自然、改造自然。(2)生态理念在水利水电工程中的延伸:核心是实现“工程效益、生态效益、社会效益”三者有机统一,打破传统工程“重效益、轻生态”的模式,避免工程建设对河流、流域生态系统的破坏,推动水资源的合理开发与可持续利用,让水利水电工程成为保护生态、惠及民生的载体<sup>[1]</sup>。(3)生态理念的实践原则:包括空间异质性原则、整体性原则、经济性原则、反馈调整原则。这些原则为水利水电工程的设计、施工与环境评估提供明确指导,确保生态理念落地,实现生态保护与工程建设的双向兼顾。

### 1.2 水利水电工程设计相关理论

(1)传统水利水电工程设计理论与局限:以工程功能为核心导向,侧重防洪、发电、供水等直接效益的实现,忽视工程建设对周边生态环境的长期影响,导致河流生态廊道断裂、生物多样性丧失、水土流失等一系列

生态问题,难以适应可持续发展需求。(2)生态水利水电工程设计理论:基于生态理念的核心要求,强调生态优先、因地制宜,将生态保护技术与工程设计深度融合,在满足工程基本功能的同时,融入生态保护措施,实现工程与周边生态环境的协调发展。(3)水利水电工程生态设计的核心要素:涵盖工程选址、布局优化、生态设施配置、施工工艺改进等关键环节,每个要素均兼顾工程功能与生态保护,确保工程建设最大限度降低对生态环境的扰动。

### 1.3 环境影响评估相关理论

(1)环境影响评估的定义与核心目的:指对工程建设过程及运营期可能产生的各类环境影响进行系统预测、分析与评价,核心目的是提出预防和减缓不良环境影响的针对性措施,保障生态环境安全,实现工程与生态的协调发展。(2)水利水电工程环境影响评估的核心内容:主要包括水文水资源影响、水生生态影响、陆生生态影响、大气与土壤环境影响、社会环境影响等,全面覆盖工程建设对自然生态与人类社会的各类潜在影响。(3)生态导向的环境影响评估理论:以生态保护为核心,构建针对性的评估指标体系,突出生态影响的量化分析与动态监测,打破评估与设计脱节的困境,实现环境评估与工程设计的协同优化,从源头防范生态风险。

## 2 基于生态理念的水利水电工程设计

### 2.1 生态导向的工程选址与布局设计

(1)选址的生态原则:核心是避开生态敏感区域,包括自然保护区、湿地、珍稀物种栖息地、水土流失重点区域等,坚决杜绝在生态红线范围内布局工程。优先选择地形条件适宜、对流域生态系统扰动最小的区域,提前开展生态敏感区域专项评估,明确区域生态承载力,为选址决策提供科学依据,从源头降低工程对生态环境的破坏。(2)工程布局优化设计:结合流域生态系

统的整体性与完整性,优化水库、引水渠、发电厂房等核心设施的空间布局。严格保留河流自然弯曲形态、浅滩深潭等原生地貌,遵循自然水流规律,减少对河道连通性的破坏,避免人为切割生态廊道,确保流域内物质循环、能量流动与生物迁徙不受阻断,实现工程布局与自然生态的有机融合<sup>[2]</sup>。(3)选址与布局的生态验证:建立完善的选址生态评价指标体系,涵盖生物多样性、水文情势、植被覆盖等核心指标,通过定性分析与定量测算相结合的方式,全面验证选址与布局方案的生态合理性。重点排查局部设计可能对整体生态系统产生的连锁负面影响,及时优化调整方案,确保工程建设与生态保护协同推进。

## 2.2 核心工程的生态化设计

(1)大坝生态化设计:摒弃传统单一功能坝型,采用生态友好型坝体设计,设置生态泄流设施、鱼道或仿自然洄游通道,优化坝体结构与泄流方式,减少对水生生物洄游、产卵的阻碍。采用竖缝式鱼道与仿自然通道结合设计,兼顾鱼类需求与工程安全,保障生物种群连续性。(2)水库生态化设计:结合流域水文特征,合理确定蓄水水位与调度方式,预留生态流量,满足下游河道生态用水,维持河流生态功能。加强库区植被保护与栖息地修复,通过生态浮岛、人工湿地改善水质,提升生态承载力,降低蓄水对周边环境的影响。(3)河道治理生态化设计:遵循河道自然形态,避免过度硬化衬砌,采用生态护岸、植草固坡等技术,保留天然浅滩、深潭,恢复河道自然水文过程,为水生、陆生生物提供栖息空间。(4)引水与排水工程生态化设计:优化引水线路,避开植被茂密与土壤敏感区,减少沿途生态破坏;采用生态护坡替代硬质护坡,提升边坡稳定性并提供栖息环境,净化排水后再排放,避免水土流失与水体污染。

## 2.3 施工阶段的生态化设计

(1)施工工艺生态化:优先采用低扰动施工技术,合理规划施工流程,减少施工过程中对土壤、植被、水体的直接破坏。严格控制施工扬尘、噪声与污水排放,对施工机械进行降噪处理,设置污水收集与净化设施,避免大型机械对生态环境的过度扰动,最大限度降低施工期间的生态影响。(2)施工期生态保护措施:明确划分施工区域与生态保护区域,设置生态缓冲带,严禁在保护区域内开展施工活动。及时恢复施工过程中破坏的植被,采用乡土物种进行植被重建,提升植被恢复成活率。同步开展施工期水生生物保护与动态监测,针对珍稀物种制定专项保护方案,避免施工活动影响生物生存

<sup>[3]</sup>。(3)施工废弃物生态化处理:建立施工废弃物分类处理体系,对施工废渣、废水、废气进行无害化处理,对可循环利用的资源进行回收再利用,减少废弃物排放量。严禁将施工废渣随意倾倒、废水直接排放,避免废弃物对土壤、水体、大气环境造成污染,实现施工进度与生态保护同步推进。

## 2.4 生态化设计的关键技术与应用

(1)核心生态技术:重点应用生态护坡、鱼类增殖放流、水体净化、植被恢复等核心技术,明确各类技术的应用场景与操作要点。例如,生态护坡技术适用于河道边坡与库区周边,鱼类增殖放流技术针对受损水生生物种群恢复,水体净化技术用于改善库区与排水水质,植被恢复技术用于施工区域与库区的生态修复。(2)技术应用案例参考:借鉴国内外典型生态水利水电工程的技术应用经验,如广州黄龙带水库电站的生态流量泄放与生态堰坝设计,其通过科学设置生态泄流设施,有效维持了下游河道生态平衡,为本文设计方案提供切实可行的参考与支撑,提升设计方案的实用性与科学性。

(3)技术优化建议:结合不同区域的生态特征、气候条件与工程实际,提出生态技术的个性化优化方案,兼顾技术可行性、经济性与生态效益。推动水利、生态、环境等多学科合作,优化设计方案,确保各类生态技术高效落地,实现工程效益与生态效益的双赢。

## 3 基于生态理念的水利水电工程环境影响评估体系

### 3.1 评估体系构建原则与思路

(1)构建原则:核心遵循生态优先原则,将生态保护贯穿评估全过程;坚持科学性原则,采用科学方法与技术,保障数据真实、结论可靠;遵循系统性原则,全面覆盖工程全生命周期生态影响;兼顾可操作性原则,筛选简洁实用、数据易获取的指标,贴合实际需求;落实动态性原则,基于长期监测数据,根据工程与生态变化调整评估内容,保障时效性。(2)构建思路:以生态理念为核心,结合水利水电工程特点与流域生态特征,明确评估范围与核心对象,排除无关干扰。梳理工程全生命周期生态影响环节,筛选代表性核心评估指标,构建“目标层—准则层—指标层”三级评估体系,实现工程环境影响的全面系统评价<sup>[4]</sup>。(3)评估流程设计:规范设计评估全流程,明确前期准备、现状调查、影响预测、综合评价、措施建议五大核心环节。前期准备聚焦资料收集与方案制定,现状调查全面掌握流域生态本底情况,影响预测科学研判工程可能产生的生态影响,综合评价形成客观结论,措施建议针对性提出优化方案,确保评估工作有序开展,全面覆盖预评估、过程评估与

后评估全流程,实现闭环管理。

### 3.2 评估指标体系构建

(1) 目标层:以生态理念为引领,核心目标是实现水利水电工程环境影响的全面、客观综合评价,推动工程建设与生态环境协同发展,最大限度降低工程对生态系统的负面影响,保障流域生态平衡与水资源可持续利用,为工程优化调整提供科学依据。(2) 准则层:围绕工程全生命周期生态影响,设置5个核心准则层,全面覆盖各类生态影响类型。包括水文水资源影响、水生生态影响、陆生生态影响、社会环境影响、施工期环境影响,分别对应工程对水资源情势、水生生物、陆地植被、人类社会及施工过程的生态扰动,确保评估无遗漏。(3) 指标层:在各准则层下,筛选具体可量化、有针对性的评估指标,如水文情势变化率、水生生物多样性指数、植被覆盖率、土壤侵蚀量、居民满意度等。明确各指标的量化标准与计算方法,细化指标内涵,例如鱼类洄游通道连通性、关键物种栖息地面积变化率、施工扬尘排放达标率等,确保评估指标可操作、可验证,提升评估的科学性。

### 3.3 评估方法选择与应用

(1) 定性评估方法:主要采用文献研究法、专家咨询法、实地勘察法,重点分析工程对生态环境的定性影响。通过梳理相关研究成果、咨询生态与水利领域专家、实地勘察生态敏感区域,明确工程对生态系统的潜在影响性质与大致范围,如生态敏感区域的扰动程度、生物栖息地的破坏类型等,为定量评估提供基础。(2) 定量评估方法:选用层次分析法、模糊综合评价法、数值模拟法等,用于量化评估指标、计算综合评估结果,提升评估的科学性与准确性。例如,采用SWAT模型模拟径流变化对流域水质的影响,运用层次分析法确定各评估指标的权重,通过模糊综合评价法整合各类影响因素,得出客观、量化的评估结论。(3) 评估方法优化:结合水利水电工程的实际情况,整合定性定量评估方法的优势,弥补单一方法的局限性。针对数据获取难度大、生态影响复杂等问题,优化方法组合,例如将实地勘察与数值模拟结合,专家咨询与量化计算互补,确保

评估结果全面、客观,贴合工程实际与生态保护需求<sup>[5]</sup>。

### 3.4 评估结果应用与反馈调整

(1) 评估结果分析:系统解读评估结果,精准识别工程建设、运营过程中可能产生的不良生态影响,明确影响的程度、范围与持续时间,深入分析影响产生的核心原因,区分自然因素与人为因素,为后续优化调整提供靶向依据。(2) 反馈与优化建议:将评估结果及时反馈至工程设计、施工环节,针对性提出生态设计优化建议,调整工程布局、施工工艺与生态保护措施,建立偏差修正机制,对评估中发现的问题及时整改,确保工程建设最大限度降低生态负面影响。(3) 长效监测与动态调整:建立工程运营期生态环境长效监测机制,明确监测指标、监测频率与责任主体,定期开展环境影响后评估。根据监测数据与生态变化情况,动态调整评估体系指标与工程生态保护措施,形成“评估—反馈—优化—监测”的闭环管理,确保生态系统健康稳定。

### 结束语

本文围绕基于生态理念的水利水电工程设计与环境影响评估展开全面探究,明确了生态化设计的核心要点与评估体系的构建逻辑,验证了生态理念在工程实践中的可行性与必要性。研究成果可有效指导工程规划、设计与运维,缓解工程对生态环境的扰动。后续需结合不同流域生态特征,优化技术应用与评估指标,强化长效监测与动态调整,持续推动水利水电工程向生态友好型转型,助力人与自然和谐共生。

### 参考文献

- [1]刘庆红.生态理念在水利水电设计中的渗透路径[J].智能城市,2021,7(14):163-164.
- [2]徐杰.水利水电工程设计过程中生态理念的应用分析[J].工程建设与设计,2023,22(12):87-89.
- [3]杨恒.水利水电工程设计中常见问题及对策探析[J].科技创新与应用,2022,11(15):107-109.
- [4]金勇,王金龙.生态理念在水利工程设计中的应用[J].工程建设与设计,2023,8(12):106-107.
- [5]张建民.生态理念在水利工程设计中的应用[J].建材与装饰,2023,25(2):291-292.