

水利工程中环境影响评价与生态修复技术的应用研究

余如均

云南地质工程第二勘察院有限公司

DOI:10.12238/eep.v8i1.2461

[摘要] 随着水利工程建设的不断加快,其对生态环境的影响日益显著。如何科学评估水利工程的环境影响,并采取有效的生态修复措施成为亟待解决的问题。本文从环境影响评价方法与生态修复技术两个方面入手,分析比较了矩阵评价法、模糊综合评价法、层次分析法、生命周期评价法等多种环境影响评价方法的特点及适用范围,总结归纳了河道生态修复、湿地生态修复、水生生态系统修复、生态补水等生态修复技术的应用模式。在此基础上,提出了加强规划设计、强化生态监测评估、推动技术创新研发三个方面的综合优化策略,以为水利工程的可持续发展提供有力的技术支撑。

[关键词] 水利工程; 环境影响评价; 生态修复技术; 应用

中图分类号: TV5 文献标识码: A

Research on the Application of Environmental Impact Assessment and Ecological Restoration Technology in Water Conservancy Engineering

Rujun She

Yunnan Geological Engineering Second Survey Institute Co., Ltd.

[Abstract] With the continuous acceleration of water conservancy engineering construction, its impact on the ecological environment is becoming increasingly significant. How to scientifically evaluate the environmental impact of water conservancy projects and take effective ecological restoration measures has become an urgent problem to be solved. This article starts from two aspects: environmental impact assessment methods and ecological restoration technologies. It analyzes and compares the characteristics and applicability of various environmental impact assessment methods such as matrix evaluation method, fuzzy comprehensive evaluation method, analytic hierarchy process, and life cycle assessment method. It summarizes and summarizes the application modes of ecological restoration technologies such as river ecological restoration, wetland ecological restoration, aquatic ecosystem restoration, and ecological water replenishment. On this basis, a comprehensive optimization strategy was proposed to strengthen planning and design, enhance ecological monitoring and evaluation, and promote technological innovation and research and development, in order to provide strong technical support for the sustainable development of water conservancy projects.

[Key words] water conservancy engineering; Environmental Impact Assessment; Ecological restoration technology; application

引言

为了实现水利工程建设与生态环境保护的协调发展,科学评估水利工程的环境影响,采取有效的生态修复措施已经成为当前亟需解决的重要课题。生态文明建设已上升为国家战略,这对水利工程的可持续发展提出了更高的要求。因此,深入研究水利工程中环境影响评价与生态修复技术的应用,对于推动水利工程的绿色发展,实现人水和谐具有重要的现实意义。

1 水利工程中环境影响评价方法

1.1 矩阵评价法

矩阵评价法是一种常用的水利工程环境影响评价方法,其基本原理是将评价对象分解为若干个评价因子,并对每个因子进行量化打分,最终形成一个完整的评分矩阵。这种方法的优点在于能够比较全面和系统地考虑水利工程对环境的各种影响,不仅包括对生态环境的影响,如对水文情势、水质、生物多样性等的影响,还包括对社会经济环境的影响,如对居民生活、农业生产、区域发展等的影响。通过构建科学合理的评价指标体系,对每个指标进行标准化处理和权重赋值,再进行综合评判,可以得出水利工程对环境影响的定量评估结果^[1]。矩阵评价法的另

一个优点是可以方便地对比不同方案的环境影响,通过对每个方案的各项指标评分进行汇总分析,可以直观地看出哪个方案的环境影响相对较小,从而为方案选择提供量化依据。但是,矩阵评价法也存在一定局限性,如评价指标的选取和量化评分有一定的主观性,不同评价者可能得出不同的结果。

1.2 模糊综合评价法

模糊综合评价法是一种将定性评价与定量评价相结合的环境影响评价方法,特别适用于处理复杂环境系统中多因素、多层次的评价问题。该方法的基本思路是在全面分析评价对象的基础上,建立一套多层次、多因素的评价指标体系,并根据各个指标的重要程度赋予相应的权重。在实际评价时,首先邀请相关领域的专家对各个评价因素进行打分,形成模糊评判矩阵,然后运用模糊数学理论进行多层次的模糊合成运算,最终得出对评价对象的综合评判结果^[2]。与传统的定性评价方法相比,模糊综合评价法引入了定量分析的思想,通过构建评语集和权重集,将人们对复杂环境系统的主观认识转化为具有一定客观性的数学表达式,从而增强了评价结果的可信度和说服力。在水利工程环境影响评价中,运用模糊综合评价法可以较好地处理评价指标之间的关联性和不确定性,综合考虑工程实施对水文、水环境、生态、社会、经济等多方面的影响,得出兼顾各方利益的评价结果,为工程决策提供科学依据。

1.3 层次分析法

层次分析法是一种将决策问题分解、定量分析并形成系统决策的有效方法。将其引入水利工程环境影响评价领域,可以很好地解决评价过程中面临的复杂性和不确定性问题。运用层次分析法进行评价时,首先需要将评价问题按照不同的重要程度分解为若干层次,一般包括目标层、准则层和指标层。目标层反映的是评价的总体目标,如如何选择环境影响最小的工程方案;准则层则从不同角度设置评价准则,如生态影响、社会影响、经济影响等;在指标层设置具体的评价指标,并根据指标重要性进行两两比较,形成判断矩阵。通过计算判断矩阵的特征值,可以得出各个因素的权重向量。将各层权重进行加权汇总,即可得到各个评价方案的综合得分,数值越高表示越是最优的选择。层次分析法的优点在于将复杂的评价问题条理化、简单化,评价思路清晰,具有较强的系统性和可操作性。

1.4 生命周期评价法

生命周期评价法是一种全过程、全方位评估产品或服务环境影响的方法。将其应用于水利工程领域,可以从工程的规划、设计、施工、运行、废弃等整个生命周期角度,分析评价工程活动对环境的影响。与传统的环评方法相比,生命周期评价法的视野更加宏观和长远。它不仅考虑工程直接产生的环境影响,如施工期的水土流失、运行期的水质变化等,还要评估与工程相关的上下游活动的隐性环境影响,如建筑材料生产、运输过程的资源能源消耗和污染排放,工程废弃后的环境风险等^[3]。通过对工程全寿命周期各个阶段的系统调查和数据分析,定量核算工程的资源消耗强度、污染物排放水平、生态环境影响程度,可以客观

全面地呈现工程的环境友好性,识别关键环境影响因子,从而优化工程设计方案,制定污染防治和生态保护措施。

2 水利工程中生态修复技术应用

2.1 河道生态修复技术

河道生态修复技术是一种通过工程与生物措施相结合,恢复河流自然形态和生态功能的技术。传统的河道治理往往以防洪排涝为主要目标,采取渠道化、硬化河岸等工程措施,忽视了河流的生态属性。而生态修复技术则强调因地制宜,尊重河流的自然演变规律,通过生态护坡、构建动物栖息地、恢复河流连通性等措施,提升河道的生物多样性和环境质量。在河道形态设计中,应避免过度渠道化,适当保留河流的弯曲度和复杂度,设置浅滩、深潭、缓流区等多样化的微地形,创造丰富的生境类型。对于受阻隔的河流,可以通过拆除无用坝体、改造堰坝结构等措施恢复河流的纵向连通性,为鱼类等水生生物提供洄游通道。

2.2 湿地生态修复技术

湿地是重要的生态系统类型,在涵养水源、净化水质、维护生物多样性等方面发挥着不可替代的作用。但由于人类活动的干扰,许多天然湿地遭到破坏,生态功能退化。湿地生态修复技术旨在通过科学有效的措施,恢复湿地的水文、土壤、生物等关键要素,重建健康稳定的湿地生态系统。首先,湿地水文过程的恢复是关键一环。通过修建引水渠、排水渠、控水闸等工程设施,可以调节湿地的水位波动和水量平衡,使其尽可能接近自然状态。同时,还要关注汇水区的生态环境,减少面源污染和土壤侵蚀等对湿地水质的影响。其次,退化湿地的土壤理化性质往往发生改变,需要采取客土、种植固氮植物、投放生物炭等措施,改良土壤质地和营养状况。在恢复湿地植被时,应以乡土植物为主,根据植物的水淹耐受性、基质适应性合理配置群落结构,逐步实现植被的自我维持。

2.3 水生生态系统修复技术

水利工程建设不可避免地会对河流、湖泊等水生生态系统产生扰动和影响,导致水质恶化、生物多样性下降等问题。水生生态系统修复技术以恢复和维护健康、稳定的水生态平衡为目标,综合运用生物、物理、化学等多种手段,改善水体环境质量,修复关键生态过程。鱼类是水生生态系统的重要组成部分,也是水利工程影响的敏感对象。通过构建鱼道、鱼巢等人工设施,可以为鱼类提供适宜的产卵场所和洄游通道,保障种群的延续和遗传多样性。同时,科学调控水库下泄水温和溶解氧等指标,维持鱼类等水生生物赖以生存的环境条件。水生植被是水体自净能力的重要保障,合理配置挺水植物、浮叶植物、沉水植物的比例,有助于削减氮磷营养盐,抑制藻类过度生长,提高水体透明度。对于重度富营养化的水体,可以采用生物操纵、准浮床等生态修复技术,加速水质改善进程。水生生态系统是一个复杂、动态的整体,其修复与管理应坚持预防为主、保护优先、因地制宜的原则,通过科学规划、工程调控、生物操作等多种手段,最大限度地减轻人类活动的负面影响,维系健康的水生态平衡。

2.4 生态补水技术

人类对水资源的过度开发利用,导致许多河湖水量减少,水位下降,严重威胁着水生态的健康。生态补水技术应运而生,通过向生态系统中适时适量地补充水源,缓解水资源过度利用带来的生态胁迫,维持水生态平衡。生态补水的关键是保障生态用水需求,根据生态系统对水文情势的要求,合理确定补水的时机、水量和水质。例如,在鱼类产卵季节适当增加河道径流,营造适宜产卵的水文条件;在枯水期向湿地补水,维持适宜的地下水位,保障湿地植被的生长发育。生态补水还要统筹兼顾当地的水资源状况,优先利用天然来水、中水回用等非常规水源,最大限度地减少对常规水源的占用。在干旱缺水地区,可以通过跨区域调水、远距离输水等工程措施,为关键生态系统提供生命线。需要注意的是,生态补水不是简单的“放水”,而应以模拟自然水文节律为目标,尽可能减少人工调控对天然水文过程的干扰。同时,补水工程的实施还需要考虑对当地社会经济的影响,协调生态、经济、社会效益,实现水资源的优化配置和可持续利用。

3 水利工程中环境影响评价与生态修复技术的综合应用优化策略

3.1 加强前期规划与评估

水利工程建设不仅要满足防洪、灌溉、发电等功能需求,更要兼顾对生态环境的保护和修复。在工程规划和设计阶段充分融入生态修复理念,是实现工程建设与生态保护双赢的关键所在。工程前期,应组织开展全面细致的环境影响评价,科学预测工程实施可能带来的水文情势改变、水质污染、生物栖息地破坏等生态风险,识别关键影响因子。在此基础上,针对不同河段、不同季节的生态特点,因地制宜地制定生态流量、鱼类洄游通道、表土剥离保护等修复方案,将其纳入工程设计方案比选的重要评判指标。方案设计还应充分吸收水生态、环境工程等领域专家的意见建议,对水工建筑物布置、施工工艺、淹没影响等进行优化完善。在后续的工程实施阶段,要加强全过程管理和监督,细化生态保护措施,控制施工“三废”排放,保障水土保持、植被恢复等关键修复措施的落实到位。

3.2 强化生态系统监测与评估

首先,要构建涵盖工程影响区的生态监测网络,结合自动监测站、野外调查、遥感解译等手段,全面收集水质、水量、泥沙、

生物等多项指标数据,揭示人工扰动和自然变化对关键生态过程的影响机理。基于长期连续的监测数据积累,运用生态模型、统计分析等方法,定量评估生态系统的健康状况和稳定性,预判可能出现的风险隐患。其次,评估指标体系的构建要立足河流生态系统的整体性和复杂性,兼顾结构、功能、景观等多个层面,选取具有指示意义的关键物种、生态群落、生态系统功能等评价生态修复成效。基于评估结果,有针对性地优化调整修复措施,形成监测-评估-决策的动态反馈机制。

3.3 推动技术创新与研发

为推动环境影响评价与生态修复技术在水利工程中的综合应用,必须加大关键共性技术的创新研发力度。除了国内科研机构和高校的持续攻关,还要广泛借鉴国外先进实践经验,积极引进消化吸收国外成熟适用技术,促进关键技术的集成创新。

4 结束语

综上所述,环境影响评价与生态修复技术在水利工程中的综合应用是实现水利工程可持续发展的必然要求。只有坚持在规划设计、施工管理、运行维护的全过程中融入生态理念,并采取多种行之有效的生态修复措施,才能最大限度地减轻水利工程对生态环境的不利影响。未来,随着生态文明建设的不断深入和科学技术的持续进步,环境影响评价方法与生态修复技术必将更加科学完善,为水利工程领域实现绿色转型、高质量发展提供有力支撑。

[参考文献]

- [1]吕立忠.水利工程中水土保持与生态修复技术研究[J].水上安全,2024,(22):97-99.
- [2]陈荣娟.水土保持工程中生态修复技术的应用分析[J].水上安全,2024,(19):89-91.
- [3]张秀春.生态修复技术在水利工程水土保持中的应用探析[J].陕西水利,2024,(10):110-112.

作者简介:

余如均(1990--),男,汉族,云南昭通人,本科,工程师,从事工民建勘察、地质灾害勘查设计、国土空间生态修复规划、环境影响评价研究。