

基于生态理念的水利水电工程规划设计优化方法探讨

文 / 徐青霞 青海省润湟水利发展有限责任公司

摘要：本文简要描述了生态观念的定义和深层含义，并探索了它在水利和水电项目中的实际应用。对目前水利水电工程规划设计过程中出现的一些问题进行分析，说明生态理念在规划设计中的作用。以此为基础，从生态影响评估、生态流量和生态水位确定等方面提出以生态理念优化水利水电工程规划设计的方法、在生态敏感区和生态廊道规划，生态补偿和修复措施落实，生态工程设计等方面进行创新和实践。通过这些途径，其目的是使水利水电工程和生态环境能够和谐相处，推动可持续发展。

关键词：生态理念；水利水电工程；规划设计；生态影响评估；可持续发展

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.17.076

引言

从世界范围来看，由于人口增长以及工业化进程不断加快，对水资源进行合理的开发利用显得越来越重要。水利水电工程是水资源管理中的一种重要方法，规划设计是否科学合理直接影响着区域生态环境保护和提高。传统的水利水电工程通常会忽略对生态环境造成的影响而引发一系列生态问题。所以在水利水电工程规划设计中融入生态理念，既有利于生态环境的保护与改善，又有利于经济社会可持续发展。

一、生态理念概述

(一) 生态理念的定义与内涵

所谓生态理念，就是在各种工程设计及施工过程中提倡人与自然的和谐相处，特别强调可持续发展及资源节约。这一思想源于生态学理论，它强调了社会、经济与环境的均衡，主张经济发展不应牺牲环境，应尊重自然规律并保持生态系统稳定。就水利水电工程而言，生态理念的核心就是要通过科学设计与管理方法将工程给生态环境带来的负面影响降低到最低限度，例如水生生物栖息地遭到破坏（图1）以及水质恶化等。其既注重工程功能性又注重生态效益，注重工程环境影响评估与生态修复措施实施。所以生态理念对水利水电项目可持续发展具有重要的理论基础作用。



图1

(二) 生态理念在水利水电工程中的应用

将生态理念运用到水利水电工程当中，目的是保证水利设施建设和自然环境和谐相处。一是生态理念水利项目规划阶段需要充分考虑生态环境因素、开展环境影响评估、确定和保护生态敏感区域。二是设计阶段应综合运用生态流量、生态水位等理念保证水体流动处于自然状态以避免生态系统被破坏。对于水库、水电站等工程，设计团队也需要结合水生生物迁徙规律对鱼类通道、生态廊道进行合理设计，以确保水生生物栖息地完整。三是在水利项目的实施过程中，生态理念强调以生态补偿与修复措施来修复被破坏的生态系统并保持生物多样性。这些举措均保证水利水电工程既能保护生态环境又能满足社会经济需求，推动地区可持续发展。

(三) 生态理念与传统水利水电工程的对比

传统水利水电工程大多以经济建设为中心，集中在如何有效地利用水资源、开展电力生产、灌溉等等作用上，却忽略了项目可能给生态环境造成的危害。在此类项目中，通常采用“大规模施工，高效率运营”的模式，忽略了生态平衡的重要性，可能导致水资源利用的单一性及生态环境的破坏，如水库淤积（图2）、湿地消失等。但是以生态理念为基础的水利水电工程却把生态保护放在了首要位置。强调工程设计中，除重视水资源合理配置外，还应最大限度地减少对生态环境造成的不利影响。生态理念决定了设计中应兼顾生态敏感区域保护、生态廊道合理规划、通过流域整体规划维持水生态系统健康。



图2

二、水利水电工程规划设计现状分析

(一) 规划设计中存在的问题

当前,水利水电工程规划设计阶段还存在着一定问题,主要表现为环境保护意识不强,生态评估欠缺,资源利用单一等。首先,有些工程在规划设计时,往往只注重经济效益的发挥,而忽略了对周围环境的深层次影响。如在修建水库时,可能对周边湿地和森林等自然生态系统产生严重损害,使生物栖息地消失。其次,部分水利工程项目设计中对环境评估不到位,致使工程后期执行中才发现和纠正生态问题。这些问题既加大了修复治理费用,又拖延工程施工进度。最后,很多水利项目通常都会使用单一水资源利用方法,例如只注重电力生产或者灌溉需求而忽视水资源多元化利用问题,例如生态水流保障问题,湿地恢复问题。所以在水利水电工程规划设计中还需要进一步提升生态保护重视程度,科学合理安排资源利用与环境保护措施以促进工程可持续发展。

(二) 生态理念对规划设计的影响

生态理念在水利水电工程规划设计中具有深刻的意义。生态理念提出之后,规划设计在重视水资源高效利用的同时,也重视生态环境保护和修复工作。第一,生态理念促使生态环境影响评估得到广泛运用。工程设计之初,设计人员需综合分析工程对环境的影响,确定可能存在的生态风险并依据评价结果采取相应保护措施。如制定合理生态流量及水位来保证水生生物栖息地健康等。第二,生态理念需要在设计方案中融入生态敏感区与生态廊道规划以保障生物迁徙路径与栖息地连通性。第三,生态理念也促使设计人员采取有效措施进行生态补偿和恢复,例如湿地恢复和物种保护,从而降低工程实施过程中的不利环境影响。生态理念的提出使水利水电工程规划设计更关注环境可持续性并达到经济效益和生态效益双重目的。

三、基于生态理念的水利水电工程规划设计优化方法

(一) 生态影响评估

生态影响评估是保证水利水电工程规划设计能达到可持续发展的核心环节,起着关键作用。它以系统化方法与科学手段协助项目团队确定并量化项目可能产生的各种潜在生态环境影响。这一过程一般包括对工程所处地区生态环境的全面细致考察,包括水质状况,水量分布和动植物栖息地完整性等、土壤质量和生物多样性丰富程度。通过这一全方位评价,能够对项目建设过程中可能存在的水源枯竭,物种灭绝和栖息地破坏等一系列严重生态环境风险做出准确的判断。为了保证生态影响降到最小,在评价过程中既要依靠科学的模型模拟和预测,又要与现场收集到的资料综合分析。并据此提出了具体的、针对性强的减缓措施来有效地解决可能存在的

生态问题。生态影响评估以水资源开发与生态保护动态平衡为中心目标,以避免项目过度开发造成生态环境恶化。需要注意的是生态影响评估不只在项目前期规划阶段有着不可缺少的意义,在项目建设及运营阶段也同样起到至关重要的作用。在此过程当中,必须对环境变化进行不断地监测与评价,以保证生态效益既能够实现又能够在不断优化的过程当中不断地提高。如表1所示

表1:生态影响评估的基本步骤

步骤	描述
生态现状调查	对区域内生态系统的全面调查
环境影响预测	基于模型和数据预测影响
影响评估分析	综合评估各项影响的严重程度
保护措施设计	提出可行的生态保护与修复措施

(二) 生态流量与生态水位的确定

生态流量是指为维持水生态系统的正常功能而必须具备的最小水流量,是保证水生态环境基本操作的关键指标;而生态水位是为保证水生生物在栖息与繁衍过程中所需要的最低水位,它是维持水生生物赖以生存环境的一个重要参量。水利水电工程规划及实施中,生态流量及生态水位的科学合理确定尤为关键,它既有利于生态环境健康状态的保持及改善,更是在修建水库,水电站等重大水利设施中,起到了无可取代的重要作用。在估算生态流量的过程中,我们必须全方位地考虑流域内的水文和气候条件,这包括但不限于降雨量、蒸发量和径流量等自然变量,同时还需要对流域内各种生态系统的具体需求进行深入的分析,例如植被需水量和湿地补水需求,结合可利用水资源时空分布特点,对其进行了全面评价和计算。但在生态水位测定过程中,需着重考虑水体各种鱼类栖息习性,繁殖周期及其他生物学特性,以保证水位变化不对其生存环境产生不利影响,特别需要注意的是,过低的水位可能会导致栖息地的减少或过高的水位,从而引发水质下降等相关问题。合理设计并精确调控生态流量及水位可有效地保证水生生态系统结构稳定、功能完整、推进水体自然净化进程,优化养分及生物种群在水体的合理配置,以保持水生态系统动态平衡。

(三) 生态敏感区与生态廊道的规划

所谓生态敏感区,就是生态环境极其脆弱,对外界各干扰因素响应比较灵敏的一些特殊地区,如湿地和森林保护区等生态价值较高地区。这些地区在维护生态平衡,保持生物多样性等方面发挥着其他地区无法代替的重要作用。生态廊道是一个专为连接生态敏感区而设计的绿色通道,它的核心功能是促进不同生态区域间物种的迁移和基因的传递,从而有效地保持了整个生态系统

的完整性与功能性。在水利水电工程规划和设计期间，对这些生态敏感区进行准确辨识和有效防护就变得尤为关键。设计人员须对工程所处地区及周围自然环境做出全面详细的评价，以保证工程建设及运行期间不对这些生态功能显著地区产生损害及不利影响。另外，生态廊道规划也同样不可忽视，其可以保证生物种群更大地理范围自由移动，并有效降低生态孤岛现象，进而促进生态系统整体良性发展。在对生态敏感区及廊道进行具体规划设计时，还要考虑流域水文条件，物种栖息需求，生态系统结构及功能等诸多要素。通过科学、合理、周密、缜密的计划，努力避免给环境带来任何不利影响，保证生态系统稳定、生物多样性长久维持。唯有如此，水利水电工程的经济效益才能够得到实现，同时也能够考虑到对生态环境的维护，从而达到可持续发展的目的。如表 2 所示

表 2：生态敏感区与廊道规划方法

规划步骤	描述
敏感区识别	识别并保护生态环境脆弱区域
廊道设计	设计绿色通道促进物种迁徙与繁殖
连通性保障	确保生态区域间的生态连接与保护

(四) 生态补偿与修复措施的实施

生态补偿与修复措施就是水利水电工程建设期间为应对项目给生态环境带来的不利影响而实施的以补偿与修复生态环境为目的的一系列关键性措施。生态补偿措施具体地说是但不仅仅局限于修复湿地生态系统，重建野生动植物栖息地，大范围植树造林扩大绿化面积，设置鱼类特殊通道确保水生生物迁徙路径。这些多样化措施既有利于逐渐恢复并保持生态平衡，又可以显著降低水利水电工程给周围生态环境带来的不利影响，使生态压力得到了一定程度的缓解。但生态修复重在借助先进技术手段对已受损生态系统开展针对性修复工作。比如对被破坏水生生物栖息地进行修复，利用生态工程技术对被污染水体进行净化处理，使水质恢复清澈和生态功能完整。这些修复措施都是为了从根源上改善并恢复生态系统健康。水利水电工程实施中积极落实生态补偿与修复措施既可以显著增强工程社会责任感，又可以促进环境友好，彰显企业环保担当，又能有效地推动工程所在地区生态环境全面修复，保障生态系统长期可持续性发展。这些生态补偿和修复措施可以在项目建设期间通过科学、合理的设计和精细化管理最大程度上延缓环境压力，全面发挥生态效益，为建设人与自然和谐相处的优美环境打下坚实的基础。

(五) 生态工程设计的创新与实践

在科学技术不断进步的背景下，生态工程设计中逐

渐运用创新技术提升水利水电工程生态友好程度。近年来，绿色建筑材料、多能技术以及智能化设计已经成为生态工程设计中的一大亮点。比如设计人员使用环保材料减轻项目给环境带来的负担以及使用太阳能和风能这些可再生能源代替传统能源减少温室气体排放。大数据、人工智能技术等智能化技术应用也给生态环境监测管理带来新思路。设计人员通过实时数据分析可以对工程方案进行适时调整，保证生态保护和修复等各项措施有效落实。另外在生态工程设计中注重地域文化融入，以本地特色生态景观文化项目设计来提高区域生态文明建设总体水平。经过这些创新和实践，水利水电工程在实现其功能需求的同时，也能够较好地适应生态环境保护需要，促进工程可持续发展。如表 3 所示

表 3：生态工程设计创新方向

创新领域	描述
绿色材料	使用环保节能的建筑材料
可再生能源	利用太阳能、风能等替代传统能源
智能化技术	运用大数据、人工智能进行环境监控
生态文化融合	设计本地特色的生态景观与文化项目

结语

综上所述，以生态理念为基础的水利水电工程规划设计与优化方法是水利水电工程可持续发展中的重点。通过生态影响评估、合理确定生态流量和生态水位、规划生态敏感区和生态廊道、落实生态补偿和修复措施、创新生态工程设计等，它能有效地降低对生态环境造成的不利影响，达到人与自然的和谐相处。今后，我国水利水电工程要进一步强化生态理念的运用研究，促进相关技术创新实践，助力我国生态文明建设以及可持续发展目标的实现。

参考文献

[1] 邹岩. 基于生态理念视角下水利水电工程的规划设计探讨 [J]. 山西水土保持科技, 2023, (01): 29-30+46.
 [2] 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.
 [3] 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, 2021, (12): 87-89.
 [4] 汪连发. 生态理念在水利水电工程设计中的应用研究 [J]. 珠江水运, 2019, (23): 104-105.
 [5] 钟鸣辉. 水利水电工程生态设计理念和思路探讨 [J]. 广东水利水电, 2018, (06): 8-11+18.