

水利水电工程设计过程中生态理念的应用分析

杜浩闻

河北工程大学 河北 邯郸 056038

摘要：随着生态文明建设推进，生态理念融入水利水电工程设计成为必然趋势。本文立足水利水电工程设计与生态理念的核心内涵，明确生态理念应用的五大原则，系统分析生态理念在工程规划、枢纽设计、输水引水设计及施工运营期的具体应用路径，提出技术、资金、人才、监督层面的保障措施。研究表明，生态理念的科学融入可有效弥补传统设计生态短板，实现工程效益与生态保护协同发展。本文成果为水利水电工程生态化设计提供实操指引，助力行业绿色可持续转型。

关键词：水利水电工程；生态理念；工程设计；各阶段应用

引言：水利水电工程是保障社会经济发展的重要基础设施，但传统设计模式以效益最大化为导向，易引发河道断流、生物多样性下降等生态问题。在生态保护日益受重视的时代背景下，将生态理念融入工程设计全流程，成为破解工程开发与生态保护矛盾的关键。本文围绕生态理念与水利水电工程设计的契合性展开研究，明确应用原则，细化各设计阶段生态理念落地路径，配套构建保障体系，旨在为推动水利水电工程生态化转型提供理论支撑与实践参考，实现水资源开发与生态保护的良性互动。

1 水利水电工程设计与生态理念的内涵

1.1 水利水电工程设计的核心目标与传统局限

水利水电工程设计的核心目标是通过水资源调控、水能开发等手段，实现防洪、灌溉、发电、供水等综合效益，保障社会经济的稳定发展。传统设计模式以工程效益最大化为首要导向，侧重工程结构的安全性与功能性，在水资源开发利用中往往忽视了生态系统的承载能力。例如，部分早期工程为追求发电效率，过度拦截径流，导致下游河道断流、湿地萎缩；枢纽设计中缺乏对水生生物迁徙通道的考量，破坏了生物多样性；工程建设过程中的土方开挖、植被破坏等，也易引发水土流失、生态失衡等问题，凸显出传统设计在生态保护维度的明显局限。

1.2 生态理念的核心要义与时代要求

生态理念的核心要义是尊重自然、顺应自然、保护自然，以维持生态系统的完整性、稳定性和可持续性为核心，强调人与自然的和谐共生。其时代要求体现在水资源开发利用需兼顾生态效益，将生态保护贯穿于工程全生命周期。具体而言，生态理念要求在工程设计中充分考量生态系统的固有规律，最大限度减少对生态环

境的扰动，优先保护生态敏感区，通过生态修复、人工辅助等手段，维系生态系统的自我调节能力。在当前生态文明建设的大背景下，生态理念已成为工程设计的重要指引，推动水利水电工程从“开发优先”向“生态优先、绿色发展”转型。

1.3 生态理念融入水利水电工程设计的契合性

生态理念与水利水电工程设计具有内在契合性，二者的核心目标均指向可持续发展。水利水电工程的长期稳定运行依赖于健康的生态系统，而生态理念的融入能有效弥补传统设计的生态短板，提升工程的综合效益与可持续性。从本质上看，生态保护与工程效益并非对立关系，通过生态化设计，可实现二者的协同统一。例如，保障生态流量能维系河道生态功能，同时为工程长期运行提供稳定的水资源基础；保护生物多样性能提升生态系统的抗干扰能力，降低工程运行中的生态风险。这种契合性为生态理念融入水利水电工程设计提供了坚实的逻辑基础，也是实现工程与生态协同发展的关键前提^[1]。

2 水利水电工程设计中生态理念的应用原则

水利水电工程设计融入生态理念要遵循科学系统的原则，为工程生态化转型提供方向指引。（1）生态优先原则，将生态系统完整性与稳定性置于首位，保障生态功能不受破坏，优先满足生态系统的基础需求。（2）可持续发展原则，统筹当前与长远利益，确保工程开发与生态保护协同推进，实现水资源可持续利用与生态系统良性循环。（3）系统性协调原则，立足流域整体生态格局，兼顾上下游、左右岸生态关联，实现工程与周边生态系统的有机融合。（4）因地制宜原则，结合工程区域生态特征、气候条件与地理禀赋，制定适配性的生态设计方案。（5）技术经济协同原则，在保障生态效益的前

前提下,兼顾工程技术可行性与经济合理性,实现生态、技术、经济效益的均衡统一^[2]。

3 生态理念在水利水电工程设计各阶段的应用

3.1 工程规划阶段生态理念的应用

工程规划阶段是生态理念融入水利水电工程的源头环节,核心是构建生态保护与工程开发协调的规划框架,从根源降低生态潜在影响。(1)开展全域系统生态现状勘察评估,综合运用遥感监测、实地调研、样本检测等技术,全面查清流域植被覆盖、土壤类型、水文情势、生物多样性等生态要素,精准识别生态敏感区、生态廊道、关键栖息地等核心生态空间,明确保护范围与重点目标,形成详实评估报告。(2)构建生态约束导向的规划指标体系,将生态流量保障率、生物栖息地保有率、水土流失控制率、水资源开发利用效率等纳入核心控制指标,明确量化标准,作为工程规模、选址布局及水资源调配方案的前置约束。(3)推进规划方案多维度生态符合性论证,从流域生态完整性、稳定性和可持续性出发,对比分析不同选址、规模、取水及泄水方案的生态影响,重点论证对水文情势、生物栖息地及生态廊道连通性的影响程度,优先选择生态影响最小、效益最优的方案。(4)建立规划衔接协调机制,确保工程规划与区域生态保护、水资源综合、流域综合及重点物种保护等规划无缝衔接,明确冲突解决路径与协调原则,规避规划脱节引发的生态破坏。(5)强化生态风险预判与应对设计,针对规划实施可能导致的生态退化、生物多样性减少、水土流失加剧等风险,提前预判等级与影响范围,制定专项防控预案并纳入规划体系。

3.2 工程枢纽设计阶段生态理念的应用

工程枢纽是水利水电工程的核心节点,其生态化设计直接决定对周边生态系统的干扰程度,需聚焦生态功能嵌入与影响减缓,实现工程与生态有机融合。(1)优化枢纽布局与河道形态适配设计,严格控制对天然河道形态的改造,保留原有弯曲度、深潭浅滩交替格局及自然河岸线,维系生态廊道连续性与连通性,减少水文情势剧烈变动。(2)完善生态流量保障与精准调控设计,结合流域不同季节、不同生态类型需水规律,科学核定最小及适宜生态流量标准,配套建设专用泄放设施,安装高精度监测与智能调控系统,实现生态流量精准计量与动态调控,保障下游生态用水稳定供给。(3)强化水生生物保护专项设计,针对重点保护水生生物洄游路径、繁殖场所及栖息需求,科学选址建设鱼道、鱼闸、升鱼机等过鱼设施,优化断面尺寸、水流速度等关键参数提升过鱼效率;针对鱼类繁殖洄游关键河段,优化泄

水调度方案,保障繁殖期适宜水文条件。(4)推进枢纽区生态修复重构,对建设占用植被区、破坏的地表生态系统进行重构,优先选用本土适生植物构建乔灌草复合群落,提升水土保持能力与生态承载力;对周边裸露区域生态覆绿,打造近自然生态缓冲带,降低工程干扰。

(5)优化枢纽建筑物生态友好设计,大坝、溢洪道等核心建筑采用生态友好材料与工艺,减少水土污染;合理设计泄水消能方式,降低对下游河床、河岸的冲刷,保护水生生物栖息环境。

3.3 输水与引水工程设计阶段生态理念的应用

输水与引水工程线路长、影响范围广、涉及生态类型多,设计核心是减少沿线生态扰动,实现输水功能与生态保护协同。(1)推行生态优先选线设计,结合遥感与实地勘察排查沿线生态敏感区,优先选择低敏感、低影响线路,坚决避开自然保护区、珍稀物种栖息地、原始森林、重要湿地等核心敏感区;无法避开段落优先采用地下隧洞、管涵等隐蔽敷设方式,最大限度降低地表生态破坏。(2)优化输水建筑物生态设计,渠道、管道等采用环保可降解、无生态危害的材料及低扰动施工工艺,减少施工对水土植被的污染;渠道边坡采用格宾网、生态袋、植被混凝土等生态护砌材料,兼顾稳定性与植被生长,营造适宜滨水环境。(3)构建沿线生态连通与修复体系,针对工程导致的生态分割问题,在动物迁徙通道、水系连通节点设置专用迁徙通道、连通涵管等设施,维系生态完整性与关联性;对施工破坏的植被、土壤进行修复,种植本土适生植被,恢复生态缓冲带功能。(4)强化输水过程生态保护,优化调度方案,合理控制流量与节奏,避免沿线地下水位异常升降引发土壤盐碱化、植被枯萎等问题;沿线关键节点设置水质监测站,配套建设净化与应急处理设施,确保输水水质符合生态要求,防范水体污染。(5)推进生态节能设计,结合地形地貌优化线路坡度与断面,降低输水能耗;合理利用太阳能、风能等清洁能源为配套设施供电,减少传统能源消耗的生态影响。

3.4 施工期与运营期生态保护的配套设计

生态理念需贯穿工程全生命周期,施工期与运营期配套设计是巩固保护成效、保障生态长效稳定的关键。

(1)施工期生态防护专项设计,制定详细保护方案,明确施工生态边界与禁施工区域,严控人员设备活动范围,严禁敏感区违规施工;规范化处置弃土弃渣,科学选址建设弃渣场,配套挡渣墙、排水系统及植被覆盖等水土保持设施,防范水土流失;严格管控施工扬尘、噪声、废水及生活污水,配套建设治理设施,确保污染物

达标排放。(2)施工期生态监测与动态管控,构建覆盖施工区及周边关键生态节点的全方位监测网络,重点监测植被覆盖度、土壤侵蚀强度、水质、水生生物种群数量、陆生动物活动轨迹等指标,建立数据实时传输分析平台,动态掌握生态影响;依据监测结果调整施工方案,对高生态风险环节及时停工整改,落实补救措施。

(3)运营期生态动态调控与修复,建立长效监测评估机制,定期开展生态影响后评价,系统评估工程运营对流域生态的长期影响,优化运行调度方案;针对生态退化、栖息地破坏、廊道阻断等问题,及时制定实施植被补植、栖息地改造、廊道修复等修复措施,提升生态自我修复能力与抗干扰性。(4)运营期生态设施维护管理,明确生态流量泄放、过鱼、水质监测及生态修复区域等设施的责任主体、维护频次与标准,建立常态化台账,定期检修、养护及升级改造,确保设施持续有效运行;对修复植被群落定期抚育,防治病虫害,提升群落稳定性。(5)运营期生态应急处置,建立完善应急机制,针对极端天气、水体污染、生态突发退化等事件制定详细预案,明确响应流程、处置措施与责任分工;配备应急设备与物资,定期演练提升处置能力,最大限度降低突发事件的生态破坏^[3]。

4 生态理念融入水利水电工程设计的保障措施

生态理念在水利水电工程设计中的有效落地,要依托完善的实操性保障体系,确保各环节生态设计要求落到实处。(1)完善技术标准与规范体系,结合不同流域、不同类型工程的实践经验修订生态化设计技术指南,细化生态流量核定、生态护砌、过鱼设施等关键环节的技术参数、设计流程与验收标准,为生态设计提供统一、精准的技术依据;搭建常态化技术交流平台,通过专题研讨、案例分享等形式推广成熟的生态设计技术与工艺,促进设计单位间的技术经验共享与创新合作。

(2)强化资金保障机制,建立专项生态设计资金并明确拨付流程,将生态勘察、生态设施建设、生态监测及后期维护等相关费用全面纳入工程总投资预算,确保资金

足额拨付、专款专用且全程可追溯;积极探索市场化资金补充渠道,通过特许经营、生态补偿等模式鼓励社会资本参与生态型水利水电工程建设与运营。(3)加强人才队伍建设,定期开展生态设计专项培训,邀请行业专家讲解生态保护前沿理念与实操技术,提升设计人员对生态理念的深度理解与综合应用能力,系统培养兼具水利工程专业知识、生态保护素养与跨学科协作能力的复合型人才;建立科学的人才激励机制,对生态设计成果优异的团队与个人在评优评先、绩效奖励等方面予以倾斜,激发全员生态设计创新积极性。(4)健全监督与反馈机制,引入具备专业资质的第三方机构对工程生态设计方案进行全过程审核评估,重点核查生态保护措施的可行性与针对性,确保设计内容符合生态保护核心要求;在工程设计全流程实施动态监督,建立问题台账与整改销号制度,及时发现并整改生态设计中的偏差问题;建立长效设计效果反馈机制,结合工程运行实际监测数据持续优化后续生态设计方案^[4]。

结束语:本文系统完成了生态理念在水利水电工程设计中的应用分析,明确了生态理念与工程设计的核心内涵及契合性,梳理了各设计阶段的生态应用路径与保障措施。研究证实,遵循科学应用原则,将生态理念贯穿工程全生命周期,可有效提升工程综合效益与可持续性。未来,水利水电工程设计需进一步深化生态理念的实操应用,结合不同流域特性优化设计方案。

参考文献

- [1] 龚定松.水利水电工程设计过程中生态理念的应用分析[J].科技资讯,2025,23(4):198-200.
- [2] 文军.生态理念在水利水电设计过程中的应用[J].中国科技纵横,2025(2):14-16.
- [3] 黄影.生态理念在水利水电设计过程中的应用[J].中国高新科技,2022(3):113-114.
- [4] 谷志国.生态理念视角下水利水电工程的规划设计研究[J].水上安全,2025(16):67-69.