

水利设计中的生态理念应用

张立柱

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司 河北 石家庄 050000

摘要: 当今时代,生态环境保护成为全球共识,水利工程作为改造自然的关键领域,其设计理念正经历深刻变革。本文聚焦水利设计中生态理念的应用,阐述生态理念融入的紧迫性与必要性,剖析从规划、工程布局到具体设施构建各环节如何落实生态理念,探讨面临的挑战及应对策略,旨在为水利设计走向生态化、可持续发展提供理论与实践指引,实现人与自然和谐共生的水利蓝图。

关键词: 水利设计; 生态理念; 应用

引言: 水利工程自人类文明起源便承载着防洪、灌溉、供水、发电等诸多重要功能,是社会发展的基石。然而,传统水利设计多以单纯满足人类经济需求为导向,大规模水利建设在带来显著效益的同时,也给生态环境造成诸多创伤。河流被裁弯取直、硬化堤岸广泛应用、湿地因围垦而萎缩,这些行为扰乱了自然生态系统的平衡,引发诸如生物多样性锐减、河流水文循环异常、局部气候失调等系列问题。随着生态科学的蓬勃发展和公众环保意识的觉醒,生态理念应运而生,并逐渐渗透至水利设计领域。这要求水利工程师在构思工程方案时,摒弃狭隘的功利主义,将生态系统的完整性、稳定性与可持续性置于核心地位,从根本上协调人类用水需求与自然生态保护,开启水利工程发展的新篇章。

1 水利设计中生态理念的内涵与重要性

1.1 内涵

生态理念在水利设计中强调尊重自然生态规律,视河流、湖泊、湿地等水域生态系统为有机整体,致力于在水利工程建设与运行全过程维护生态系统的结构、功能与多样性。这涵盖了保护自然河道形态、保障生态需水、促进水生物种繁衍、修复受损生态等多方面诉求,力求水利工程成为生态系统的和谐组成而非破坏力量。

1.2 重要性

(1) 维护生物多样性: 自然水域,作为地球上最为复杂且脆弱的生态系统之一,孕育了从微小浮游生物到庞大水生动物的丰富生物群落。这些生物在特定的水温、水流速度、水质条件以及独特的栖息环境中找到了生存与繁衍的乐园。生态理念指导下的水利设计,强调的是与自然和谐共存,而非简单征服。通过保留河道的自然蜿蜒形态,避免直线化、渠化改造,可以有效减缓水流速度,增加水体含氧量,为鱼类及其他水生生物提供多样的栖息地和繁殖场所。同时,营造多样化的河岸

带,如恢复自然植被、构建生态护岸等,不仅能增强河岸的稳定性,还能为鸟类、昆虫等陆生生物提供食物来源和避难所。这些措施共同构建起一个复杂而稳定的生物网络,有效防止因生境破坏导致的物种灭绝,为地球上的生物多样性宝库增添了一道坚实的防线^[1]。

(2) 保障水资源可持续利用: 历史上,许多传统水利工程的兴建往往忽视了水资源的自然循环规律,过度取水、蓄水,导致下游河道干涸、地下水位持续下降,水资源紧张状况日益加剧。在生态理念的驱动下,现代水利设计开始注重水资源的科学管理和合理配置。通过精准核算生态需水量,即维持河流生态系统健康运行所需的最小水量,确保河流在枯水期也能维持基本流量,这对于保护水生生态系统、维持湿地生态系统平衡至关重要。同时,合理规划水资源开发,比如实施雨水收集、中水回用等措施,减少对自然水体的依赖,确保水资源开发与生态涵养的动态平衡,为未来的可持续发展奠定坚实基础。这不仅是对当前水资源的有效利用,更是对子孙后代负责,确保他们也能享受到清洁、充足的水资源。

(3) 提升生态服务功能: 一个健康的水域生态系统,如同大自然的“绿色屏障”,为人类提供了多方面的生态服务。比如,通过自然净化过程改善水质,减少污染物的排放;调节局部气候,缓解城市热岛效应;保持土壤稳定,减少水土流失;以及提供美学价值,提升居民的生活质量。生态友好型水利设计,如构建人工湿地、恢复自然河流形态等,能够有效修复受损的生态系统,增强其服务功能。这些措施不仅能有效减轻洪涝、干旱等自然灾害的影响,还能提升空气与水质,创造更加宜居的生活环境,为人类社会的可持续发展注入源源不断的生态动力。总之,生态理念在水利设计中的应用,是人与自然和谐共生理念的具体实践,是对未来负

责的历史性选择。

2 生态理念在水利设计各环节的应用

2.1 水利工程规划阶段

(1) 生态敏感性分析: 这一步骤是确保水利工程规划科学性与合理性的基础。借助先进的地理信息系统(GIS)和遥感(RS)技术, 规划团队可以对目标区域进行详尽的生态扫描, 揭示出那些对生态变化高度敏感的区域, 如湿地、珍稀物种的栖息地以及水源涵养区等。通过对这些生态敏感地带的识别, 并结合工程布局可能产生的潜在影响进行叠加分析, 规划团队能够更精确地评估工程对生态环境的影响路径与程度。在此基础上, 优化选址与线路规划成为可能, 旨在最大限度地避让这些敏感区域, 从而有效降低生态扰动风险, 确保工程与自然环境的和谐共存。(2) 基于生态需水的水资源配置: 在水利工程的规划阶段, 水资源配置不能再仅仅以经济用水为中心, 而应充分考虑生态系统的用水需求。为此, 建立生态需水核算模型成为必要之举。该模型综合考虑了河流生态基流、湿地补水需求、河口咸淡水平衡维持等多个关键因素, 并结合当地的降水、蒸发以及径流的时空分布特征, 合理拟定水资源开发的上限。这一举措确保了生态用水在水资源总量分配中拥有稳定的“份额”, 为生态系统的持续健康发展提供了坚实保障^[2]。

2.2 河道整治设计

(1) 河道自然形态的恢复, 是对传统直线化、规则化河道整治模式的一次革新。通过深入研究历史河道变迁资料, 并结合现代水动力模拟技术, 我们可以更精准地还原河道的蜿蜒曲折走势, 重塑出深潭与浅滩错落有致的自然景观。这种设计不仅符合水流自然扩散与汇聚的规律, 有效减轻了水流对河岸的直接冲击, 还为鱼类、两栖动物等水生生物提供了丰富多样的栖息与繁衍空间, 极大地激活了河流的生态活力, 使河流重新焕发出勃勃生机。(2) 在生态护岸的构建上, 我们摒弃了以往生硬的混凝土、浆砌石等硬质护岸形式, 转而推广植被型护岸、土工格栅石笼、生态混凝土等更为生态友好的护岸方式。植被型护岸利用根系发达的植物来稳固土壤、保护坡面, 同时其枝叶还为昆虫、鸟类等生物提供了栖息与采食的绝佳环境。土工格栅石笼则以其独特的柔性与透水性, 能够很好地适应河岸的变形, 促进水体与土壤之间的物质交换。而生态混凝土护岸则通过预留孔隙, 为微生物、小型植物等生物提供了着生的空间, 从而构建了河岸的生态微循环, 促进了水陆生态之间的紧密衔接。

2.3 水库大坝设计

(1) 鱼道与生物通道的设计, 是保障水生生物生命活动通道畅通的关键。对于阻断鱼类洄游路径的大坝, 我们需要根据鱼类的生活习性, 量身定制鱼道。竖缝式鱼道利用水流在狭缝中形成的吸引力, 引导鱼类溯游而上; 丹尼尔式鱼道则通过设置不同高度的池室, 利用水位差来引导鱼类逐级跳跃; 而仿自然旁路鱼道则尽可能地模拟天然河道的环境, 以适应不同游泳能力、洄游节律的鱼类需求。这些鱼道的设计, 不仅保障了鱼类的生命活动通道, 还促进了上下游鱼类种群的基因交流, 对于维护水生生态系统的稳定至关重要。(2) 生态调度模式的引入, 是对传统水库调度方式的一次革新。传统的水库调度主要聚焦于发电和防洪等单一目标, 而生态调度则更加注重生态考量。在鱼类繁殖季节, 我们需要根据物种的繁殖水温、水流需求, 精细调控水库的下泄流量和水温, 以模拟自然的涨落潮过程, 为鱼类提供适宜的繁殖环境。在枯水期, 我们则需要合理释放生态流量, 以维持下游河道的基本生态功能。通过动态调整水库的运行方式, 我们可以让水库的运行更加贴合生态韵律, 从而缓解对下游生态环境的压力^[3]。

2.4 灌溉排水系统设计

(1) 高效节水灌溉技术集成。摒弃大水漫灌粗放模式, 推广滴灌、微灌、智能喷灌等精准灌溉技术。滴灌依作物根系需水精准滴渗, 微灌以低压小流量浸润土壤, 智能喷灌结合气象、土壤墒情自动调控, 提高灌溉水利用效率, 减少深层渗漏与地表径流, 从源头节水, 保障农田生态用水合理性。(2) 生态排水优化。转变直排式排水思维, 构建生态沟渠。利用沟渠内水生植物吸附、微生物降解, 去除农田排水中的氮磷农药等污染物, 实现源头减排; 配套建设小型湿地净化池, 进一步强化水质净化, 经处理后的水或回灌农田, 或补充周边水域生态用水, 闭合水资源循环利用回路, 减轻农业面源污染冲击。

3 生态理念应用面临的挑战

3.1 技术难题

(1) 生态需水精准量化困难。不同流域、不同生态系统类型, 生态需水差异显著, 受限于当前监测技术精度与模型复杂性, 精确测定河流生态基流、湿地适宜补水规模等参数存在挑战, 常导致生态用水保障不足或过度预留, 影响工程效益与生态保护平衡。(2) 生态修复技术不成熟。受损生态系统修复涉及多学科交叉, 如退化湿地恢复、河流生物群落重建, 虽有多种技术尝试, 但缺乏普适、高效方案。部分修复技术短期效果尚可, 长期稳定性欠佳, 难以真正实现生态系统结构与功能完

全复原, 制约生态理念落地深度。

3.2 经济成本考量

(1) 初期建设投资增加。生态友好型水利设计, 如建设鱼道、生态护岸、生态调度系统等, 相较于传统设计需额外投入资金购置特殊材料、设备, 开展生态监测评估, 导致工程初期预算攀升, 给项目融资、立项带来压力, 部分业主望而却步。(2) 运维成本相对较高。生态设施长期运行需专业人员维护, 像生态护岸植被养护、鱼道清淤、生态调度模型实时更新, 人力、物力消耗持续存在, 且部分生态技术依赖进口设备、材料, 进一步抬高运维成本, 影响工程全生命周期成本效益^[4]。

3.3 观念与制度障碍

(1) 传统观念束缚。部分水利从业者长期受传统设计思维禁锢, 重工程功能轻生态效益, 认为生态考量会牺牲工程效率、延误工期, 在设计实践中对生态理念贯彻不自觉、不彻底, 阻碍新理念推广普及。(2) 法规制度不健全。现行水利工程法规、规范多侧重于工程安全与经济指标, 对生态保护要求零散、缺乏强制力, 生态设计标准、验收细则不明, 监管乏力, 使得生态理念在项目审批、实施、验收环节缺乏制度硬约束, 易流于形式。

4 推动生态理念应用的对策建议

4.1 加强技术研发与创新

(1) 联合攻关生态关键技术。组织高校、科研院所与水利企业跨学科团队, 聚焦生态需水精准测算、高效生态修复、智能生态监测等难题, 合力研发新技术、新模型, 依托野外试验基地与数值模拟平台反复验证优化, 提升技术可靠性与适用性。(2) 引进与自主创新结合。鼓励引进国际先进生态水利技术, 消化吸收再创新。对引进技术开展本地化改造, 融入本土生态特征与工程实践需求, 同时加大自主研发投入, 培育具有自主知识产权的生态水利核心技术, 降低对进口技术依赖, 提升产业竞争力。

4.2 完善经济激励与保障机制

(1) 政策扶持与资金补贴。政府设立生态水利专项补贴资金, 对采用生态设计的水利项目给予建设、运维补贴, 出台绿色金融政策, 引导银行、投资机构为生态水利工程提供低息贷款、绿色债券融资, 降低项目经济

压力, 激发业主积极性。(2) 成本效益综合评估。建立涵盖生态、经济、社会多维度的水利工程成本效益评估体系, 量化生态效益货币价值, 如生物多样性提升、生态服务功能增强等, 在项目决策阶段全面权衡利弊, 让投资者、决策者直观看到生态设计长期回报, 推动生态理念从“成本中心”向“效益中心”转变^[5]。

4.3 强化观念更新与制度建设

(1) 教育培训提升理念。开展常态化生态水利培训, 面向水利行业从业者, 从设计人员到施工、管理人员, 普及生态科学知识、生态理念内涵与应用案例, 组织国际交流学习, 拓宽视野, 促使观念从传统向生态转变, 培养一批懂生态、精设计的复合型人才。(2) 健全法规标准体系。修订水利法规, 专章明确生态保护要求, 细化生态设计、施工、验收全流程规范, 配套制定量化考核指标, 建立严格监管执法机制, 对违反生态规定的工程严肃问责, 以法规刚性保障生态理念落地生根。

结论

水利设计融入生态理念是时代发展的必然抉择, 关乎人类社会可持续发展根基。从规划源头的生态敏感性把控, 到河道、水库、灌溉排水各环节生态细节雕琢, 生态理念全方位重塑水利设计蓝图。尽管面临技术、经济、观念制度等诸多挑战, 但通过强化技术攻关、完善经济激励、革新观念制度, 生态理念必将在水利设计领域深深扎根。未来, 生态友好型水利工程将作为人与自然和谐共生的典范, 守护地球水脉, 润泽千秋万代, 助力人类迈向绿色、繁荣的新纪元。

参考文献

- [1] 李明, 张伟. 生态理念在水利工程设计中的融合与实践[J]. 水利学报, 2024, 55(7): 1879-1888.
- [2] 王晓丽, 陈涛. 生态水利设计理念在城市河道治理中的应用探究[J]. 中国水利, 2024, (6): 34-37.
- [3] 赵强, 刘洋. 可持续发展生态理念在水利设计中的应用与探索[J]. 环境科学与技术, 2024, 47(4): 231-238.
- [4] 孙静, 李华. 生态水利设计原则及其在工程实践中的应用[J]. 水资源与水工程学报, 2023, 34(6): 112-118.
- [5] 张志立, 邓培. 生态理念在水利工程设计中的应用分析[J]. 水利规划与设计, 2023, (12): 129-135.