

# 基于生态理念的水利工程设计原则与方法

王晓波

卓资县水资源保护中心, 中国·内蒙古 乌兰察布 012300

**摘要:** 随着生态文明建设的推进, 水利工程设计正经历从传统功能导向向生态协同导向的深刻转型, 突破以往仅聚焦防洪、灌溉的单一目标维度。以生态理念为引领的水利工程设计, 将维系流域生态系统完整性与稳定性作为首要前提, 其意义在于实现水利资源开发利用与自然生态系统保护的良性互动、和谐共生。

**关键词:** 生态理念; 水利工程; 设计原则

## Principles and Methods of Hydraulic Engineering Design Based on Ecological Concept

Wang Xiaobo

Zhuozhi County Water Resources Protection Center, China Inner Mongolia Ulanqab 012300

**Abstract:** With the advancement of ecological civilization, water conservancy engineering design is undergoing a profound transformation from traditional function-oriented approaches to ecological synergy-oriented strategies, transcending the previous single-dimensional focus on flood control and irrigation. Guided by ecological principles, such designs prioritize maintaining the integrity and stability of watershed ecosystems. This approach aims to achieve a virtuous cycle between the sustainable utilization of water resources and the protection of natural ecosystems, fostering harmonious coexistence.

**Keywords:** Ecological concept; Hydraulic engineering; Design principles

## 0 引言

水利工程作为人类改造利用水资源的载体, 在防洪安全、农业灌溉、能源生产、城乡供水等领域发挥着基础作用。但传统水利工程以单一功能效益最大化为导向, 往往忽视流域生态系统的整体性与稳定性, 容易引发栖息地破坏、生物多样性下降等生态问题, 制约水资源利用与生态保护的协同发展。近年来, 随着生态文明理念普及与公众环境认知提升, 生态水利理念成为水利建设的引领, 其要义是以流域生态平衡为前提, 通过系统规划与生态化设计构建工程与自然的良性互动机制, 能实现水资源可持续利用与生态环境长效保护。

## 1 基于生态理念的水利工程设计原则

### 1.1 生态优先原则

生态优先原则是生态理念融入水利工程设计纲领, 要求将维系流域生态系统的完整性、稳定性与连续性贯穿于工程规划、设计、建设及运行的全生命周期。设计前期要系统开展工程区域生态基础调查, 精准掌握地形地貌、水文情势、生物多样性分布及重要生态廊道格局等信息, 以此为基础规避对原生生态系统的破坏性干预。方案选型环节应优先采用生态适配性技术与材料, 如, 生态护岸构建、仿自然河道形态重塑等, 严格控制工程影响的范围与强度, 确保水利工程建设以不损害生态系统核心功能为前

提, 实现工程效益与生态保护的协同共生。

### 1.2 整体协调, 系统治理原则

生态水利工程设计应坚守流域或区域生态系统的整体性与关联性导向, 贯穿系统治理思维, 突破单一工程碎片化治理的桎梏, 推动水利设施与各类生态要素形成功能协同的整体。在城市水系治理场景中, 应将河道、湖泊、湿地、绿地等蓝绿空间纳入统一规划体系, 通过水系连通重构、生态廊道贯通等策略, 构建结构完整、循环顺利、功能协同的城市水生态系统。在农业灌溉工程设计中, 则要求统筹灌溉效率提升与农田生态保护诉求, 优化灌溉技术模式与田间排水系统布局, 从源头上管控化肥农药随农田退水入河的污染负荷, 最终实现农业水资源高效利用与流域水生态环境安全的良性平衡<sup>[1]</sup>。

### 1.3 水资源可持续利用原则

水资源可持续利用原则以流域水资源承载能力为刚性约束, 统筹协调当代与后代的用水权益, 实现水资源开发、利用、保护的全周期动态平衡。设计阶段应科学核算流域水资源总量、时空分布特征及供需缺口, 合理界定工程开发强度, 优化水量调配机制, 在兼顾生产、生活用水需求的同时, 保障生态基流稳定供给。同时, 通过工程结构优化设计、配套节水减排设施等策略, 提升水资源利用效率, 遏制水资源浪费与污染, 并构建开发、利用、循环、保护

的水资源利用体系，确保当前水资源开发利用不损害后人获取优质水资源的权利。

## 2 生态理念在水利工程的特征

### 2.1 自然性

水利工程生态化设计的内核在于锚定并依托项目的自然适配特征，将维系自然生态系统的原生完整性作为设计的基础。设计全过程要系统整合生态修复、仿自然构建等前沿技术与方法，确保工程从规划立项到建设实施的全链条，都与周边生态环境达成良性适配、和谐共生的平衡。尤其要严格守护河流、湖泊等水域的自然本底属性，维系其天然水文节律、原生地貌形态及核心生物栖息功能，利用工程与自然的协同赋能，推动水利工程实现生态价值与实用功能的同步提升，并构建长效稳定的水利生态系统。

### 2.2 经济与安全性

水利工程施工环境普遍具有复杂性、特殊性等特征，这就要求设计阶段必须强化现场勘察与评估的系统性和全面性。通过精准调研场地地质条件、水文动态、生态基础等要素，制定科学详细的现场规划与处置方案，为工程安全落地奠定基础。而经济性是水利工程设计的考量维度，其直接决定项目建设成本的投入规模，且影响社会效益的释放效率。设计应立足可持续发展理念，统筹兼顾建设与运维成本管控，平衡生态效益与社会效益的协同实现，在保障工程安全稳定运行的前提下优化设计方案，匹配社会对水利工程的多元需求。

## 3 生态水利工程设计中的问题

### 3.1 生态水利工程设计规范不足

当前现行的水利工程技术标准体系仍以传统水利水电工程为导向，对生态水利工程的适配性不足且覆盖范围有限，存在明显的体系性不足。在现有技术流程与标准规范中，针对生态水利的专项管控规则普遍缺失，部分重要领域还存在基础资料匮乏、标准更新滞后于实践发展等突出问题<sup>[1]</sup>。尽管近年来自然水资源核算等生态相关环节的重要性逐渐凸显，但相关规范仍停留在草案探索阶段，尚未

构建系统完善的规章制度体系，针对性配套政策也处于空白状态。河道堤岸建设中广泛应用的高耐久性混凝土材料，其生态适配性相关的制度规范尚未健全。而在河流生态修复技术领域，更是缺乏具备规范性与针对性的标准准则及配套支撑措施，这些问题已成为制约生态水利工程高质量推进的瓶颈。

### 3.2 生态水利工程设计人才缺乏

生态水利工程以生态保护与水利功能协同融合为核心，旨在实现人与自然的和谐共生，这一定位对工程设计人员提出明确的跨学科综合能力要求。设计人员要同时具备扎实的水利工程设计技能，以及熟练的生态修复技术应用能力与生态保护理论储备。但在传统水利工程建设模式的长期影响下，生态与水利领域始终处于割裂发展状态，相关人才培养也呈现出单一学科导向的特征。这一现状直接导致当前我国生态水利工程领域，拥有扎实专业功底又具备跨学科融合应用能力的复合型人才严重短缺，其中具备统筹策划素养与高阶技术实践水平的高端设计人才尤为稀缺，很难匹配生态水利工程高质量建设的需求。

## 4 基于生态理念的水利工程设计方法

### 4.1 生态栖息地修复设计

针对受损栖息地的生态功能重塑，可以依托生态工程技术构建多元化生境结构，推动栖息地系统功能稳步恢复，针对河道形态多样化重构技术，在河道整治阶段要突破传统规整化整治的局限，通过人工精准干预重构深潭、浅滩、弯道交织的多样化河道形态。从生态功能来看，深潭能形成相对稳定的水流环境，为鱼类提供避险、越冬的关键生境。浅滩则能改善水体透光性与水流动力条件，为水生植物着床定植及鱼类产卵繁育创造适宜载体<sup>[1]</sup>。从实践成效来看，河道生态修复工程通过系统性构建5处深潭与10处浅滩，有助于提升栖息地的生态适配性，直接推动区域鱼类产卵量提升30%，更验证该技术的可行性与有效性。

滨岸带植被梯度配置技术：基于滨岸带水位动态变化特征，进行植被群落的科学配置，构建水生、湿生、陆生

表1 滨岸带植被梯度配置技术

技术名称			生态效益分类	具体生态效益说明
滨岸带植被梯度配置技术	滨岸带水位动态变化特征	科学配置植被群落，构建“水生、湿生、陆生”连续完整的植被生态序列	固坡护岸	强化滨岸带的固坡护岸能力，有效削减水土流失风险
			水质净化	利用植被根系的吸附作用与光合作用，实现水体污染物的高效去除，提升水质净化效果
			生物多样性支撑	为鸟类、昆虫等各类生物提供觅食、栖息、繁殖的复合生境，强化栖息地对生物多样性的支撑功能，推动生态系统的完整性修复

连续完整的植被生态序列。该技术方案具备多重生态效益,第一,能强化滨岸带的固坡护岸能力,有效削减水土流失风险。第二,利用植被根系的吸附作用与光合作用,实现水体污染物的高效去除,提升水质净化效果。第三,能为鸟类、昆虫等各类生物提供觅食、栖息、繁殖的复合生境,东二强化栖息地对生物多样性的支撑功能,推动生态系统的完整性修复,见表1。

#### 4.2 要充分掌握当地的水文资料

水文资料作为刻画区域生态本底状况的载体,是生态理念融入水利工程设计的基础性支撑要素,其精准度与完整性直接决定生态保护目标的实现效能。因此,生态水利工程设计要以系统掌握区域水文特征为前置条件,为科学制定生态友好型设计方案奠定数据基础。

在设计工作启动阶段,相关技术人员应主动与地方水文管理部门建立协同联动机制,系统归集流域降水时空分布、径流演变规律、水位动态变化、水质等级状况等水文数据,并结合实地勘察开展融合性分析,精准预判工程建设可能引发的生态扰动风险,提前规避生态系统突发性失衡等意外状况。与此同时,同步推进工程影响范围内陆域生态环境的全景式普查,重点厘清区域物种构成、种群丰度及生态系统格局,尤其要精准核查珍稀濒危物种分布、自然保护区等敏感生态区域的边界与保护要求。系统掌握各类动物的栖息范围、庇护场所分布及迁徙途径与节律等重要生态信息<sup>[4]</sup>。另外,还应开展植被群落专项调查,明确其物种组成、垂直分层结构及生物量储备等参数,为后续工程设计方案与生态保护措施的适配提供全面的数据支持。

#### 4.3 提高设计人员素质

设计人员的专业素养与生态理念认知水平,是决定生态水利工程设计质量的变量,直接关乎生态理念在工程设计全面的融入深度与实践转化成效。因此,要将提升设计人员综合素养作为抓手,通过构建系统的跨学科培训体系、搭建行业前沿交流平台等途径,推动设计人员精准掌握生态保护理论、生态修复技术与水利工程设计的融合要点,同步吸纳先进的生态工程设计理念与前沿技术方法。只有夯实设计人员的跨学科综合能力,才能确保其在工程规划、方案设计等全流程科学践行生态理念,实现水利工程服务民生保障与守护生态环境的价值目标。

#### 4.4 维护生态系统的平衡

水利工程往往依托江河、湖泊、海洋等自然水体开展建设,融合水文、生态、工程等多学科知识的综合性、立

体性工程。在生态水利工程建设过程中,对周边自然水体及生态环境产生一定影响难以避免,若管控失当,很容易引发不可逆的生态破坏。对此,生态水利工程的设计与建设必须深度融入可持续发展理念与生态优先原则,严格遵循相关技术标准与规范要求。设计前期要对工程区域的江河湖泊等水域及周边生态环境开展系统性、深层次调研,厘清水体生态系统结构特征、动植物物种分布及迁徙规律等信息,以此为基础优化工程技术方案,在一定程度上降低对周边生物群落的影响,践行人与自然和谐共生理念,保障区域生态系统的稳定性与完整性<sup>[5]</sup>。

#### 4.5 生态水利工程运营管理

应构建全周期、多层次的生态水利工程监测与评估体系,通过实时追踪工程运营阶段对周边环境的影响,系统开展生态效益量化评估与环境风险研判,精准识别潜在生态隐患,为有效规避不可逆生态破坏提供坚实的科学支撑。在此基础上,紧密结合区域生态保护诉求,制定适配的生态调度方案,将生态友好理念有效融入水利工程调度与运维管理全流程,实现工程调度运行与生态环境系统的协同适配,保障生态水利工程长期稳定发挥生态、社会与经济综合效益。

### 5 结语

总而言之,将生态理念融入水利工程设计,是践行人与自然和谐共生战略、保障水资源可持续利用的重要途径。生态优先、系统协同、可持续利用等原则,为水利工程设计划定生态友好的导向。而多元化生态工程技术的应用、精准化前期生态调研、科学化监测调度体系构建及设计人员综合素养提升等实践方法,则为原则的落地转化提供坚实支撑。

#### 参考文献:

- [1] 马俊. 城市河道生态水利工程的设计原则与方法研究[J]. 工程建设与设计, 2022,(24):52-54.2022.12.216.
- [2] 杨欣欣. 试论生态水利工程的基本设计原则[J]. 绿色环保建材, 2021,(9):179-180.10-1213.2021.09.089.
- [3] 李睿菁. 基于生态理念的水利规划设计研究[J]. 水上安全, 2025,(19):76-78.
- [4] 郑泽国. 生态水利工程设计理念与应用实践[J]. 奥秘, 2022,(24):136-138.
- [5] 明开宇. 生态水利工程设计在水利建设中的运用[J]. 科学技术创新, 2020,(19):116-117.

作者简介: 王晓波(1991.01-), 男, 汉族, 本科函授, 中国农业大学, 内蒙古自治区乌兰察布市卓资县人, 助理工程师, 研究方向: 主要从事水利水电工程方面研究。