生态水利工程设计在水利建设中的运用探讨

杨　昆[1]　魏传明[2]　张　凡[3]
1. 杭州海河水利水电设计有限公司　浙江　杭州　310051
2. 宿迁市水务勘测设计研究有限公司　江苏　宿迁　223800
3. 中水珠江规划勘测设计有限公司浙江分公司　浙江　杭州　310051

摘　要：传统水利建设侧重工程实用功能，忽视水域生态体系的长效存续，难以适配现代水利绿色转型的发展需求。本文结合生态与水利融合的建设理念，区分传统设计与生态设计的思维差异，梳理生态水利设计的适配原则、核心维度与实施路径，从结构改造、水系优化、设施融合、全域统筹多个层面，阐释生态设计在水利建设中的融入方式，同时梳理设计体系的完善方式、场景创新方向与长效落地模式，为水利建设实现工程功能与生态平衡的协同发展提供思路支撑。

关键词：生态水利工程设计；水利建设；生态适配；水系优化；生态保护

引言：水利建设是国土水系治理、水资源调配的重要基础设施，长期以来的工程建设模式多聚焦实用功能落地，以人工改造规整水系形态，忽略水域生态系统的自然演化规律。粗放的建设方式易破坏水陆生态连通性，打破水土平衡与原生群落结构，造成水系生态体系碎片化。随着水利建设发展理念持续更新，生态化、绿色化逐步成为行业发展的主流方向，生态水利工程设计的融入，能够有效调和工程建设与自然生态的矛盾，推动水利建设从单一功能建设向全域生态综合治理转型。

1　生态水利工程设计与传统水利建设的差异化适配逻辑

1.1 水利建设中生态导向设计的适配原则

生态水利工程设计融入现代水利建设，需要依托专属适配原则搭建完整的设计框架。这套原则打破传统工程建设的单一局限，以水域生态系统完整存续作为设计核心出发点。自然水系拥有专属的运行节奏，水文交替、水土涵养、生物栖息共同构成稳定的水域生态体系。生态导向设计充分尊重水系原生状态，杜绝人为干预破坏水域与周边地貌、植被、生物群落的固有联系。工程建设具备改造自然的属性，生态设计则协调建设行为与自然环境的存续关系，依据场地地形特质、水文状态调整设计方案[1]。水陆交界地带承载大量生态活动，是水系生态维系的关键区域。设计工作会重点保护这类特殊区域的原生形态，留存自然塑造的水系肌理与空间结构。所有设计行为都以稳固水域生态稳定为前提，协调人工改造行为与自然演化进程，让水利建设深度融入自然生态长期发展进程。

1.2 传统水利设计与生态水利设计的思维差异

传统水利设计的核心出发点为工程实用价值，优先保障各类水利设施的基础功能落地。早期水利设计聚焦防洪、灌溉、输水等基础民生需求，通过人工修整方式规整自然水系形态，提升水利设施的运行效能。设计视野集中于工程结构本身，忽视水系周边环境产生的各类变化，欠缺对水域生存环境、水文自然演变的考量。生态水利设计重构原有设计思维，将各类生态要素纳入设计核心范围。视野从单一工程建设拓展至全域水域生态系统的长效发展。全新设计思维重视自然环境的自我调节属性，减少高强度人工改造带来的强行干预，利用自然自带的修复与运转能力完善工程构造。两种设计思维的不同定位，界定了人工改造与自然演化的相处模式，也体现水利建设行业设计理念的迭代升级。

1.3 生态设计融入水利建设的整体适配思路

生态设计落地于水利建设，需要搭建系统化的适配思路，打通独立设计环节与水利建设各阶段的关联。水利建设规划阶段，工作人员系统摸排场地原生生态特征，梳理区域水系结构与环境特质，为设计方案制定提供真实的场地依据。工程设计落地阶段，革新传统固化、硬质的工程构建模式，为水系自然流动、生态自然演变留存充足空间。不同地域的水文条件、生态格局存在明显区别，水利建设需结合场地特质选用对应的生态设计方式。工程建设收尾阶段，依据水域生态的动态变化调整设计细节，为自然生态自主修复预留充足空间。生态设计贯穿水利建设全部流程，深度融入建设体系的各个环节。

2 生态水利工程设计的核心设计维度与搭建要点

2.1 水域空间生态结构设计要点

水域空间结构构成水系生态存续的基础载体，传统水利设计多采用规整平直的河道断面，压缩自然水域的层次结构。生态设计依托原始地形条件重塑水域空间形态，打破人工制式化的布局模式。通过调整河道宽窄形态、河床高低落差，塑造深浅交替、形态多样的水域空间格局。划分功能化水域区域，布置缓流水区、深水栖息区与浅滩活动区，满足不同水生生物的生存栖息需求。优化河道立体结构层次，减少硬质隔断对水域空间的分割影响[2]。结合区域水位变化规律布置空间结构，适配不同水文时期的水体状态。通过精细化空间布局，保障水体流动通畅，为水域生态循环筑牢空间基础。

2.2 水岸生态连通性设计搭建

水岸过渡区域是水陆物质交换、生物活动的核心载体，传统硬质护岸会彻底阻断生态交互通道。生态搭建摒弃封闭式硬化岸体结构，采用透水透气的生态构造重塑岸线形态。依据自然岸线走势保留曲折肌理，摒弃直线裁直的人工改造方式。构建梯度化水陆过渡带，搭配多层植被与错落坡体结构，拓展生物迁徙与活动路径。优化岸坡孔隙结构，为小型底栖生物、水生植物提供附着生长条件。弱化人工构筑物的阻隔作用，疏通水陆生态要素的交换通道。持续维系水陆生态系统的交互能力，完善水岸生态衔接体系。

2.3 水土生态平衡体系设计思路

水土关系的稳定状态决定水域基底的存续质量，不合理的工程改造容易引发土体流失、河床淤积等问题。生态设计围绕水土动态平衡优化工程构造，改良传统密实封闭的施工结构。调整岸坡与河床的坡面形态，降低水流冲刷对土体结构的破坏力度。选用生态型铺装材料，提升土体透水透气性能，促进水土养分正常交换流转。结合区域土质特征规划工程布设位置，规避施工扰动造成的土体松散问题。搭配适配性本土植被开展固土护岸施工，加固水域底层土体结构。主动调控水土演化状态，构建稳定健康的水域基底环境。

2.4 原生生态群落保护性设计方式

场地原生生态群落经过长期自然演化，形成稳定且适配本土环境的生态结构，具备独立的修复与存续能力。设计工作坚持低干扰的实施原则，全面摸排场地内部的水生植被、野生草甸与生物栖息核心区域。精准划定工程施工边界，主动避让原生群落集中分布区域，最大限度缩减工程建设带来的生态扰动。仅针对局部破损区域开展适度补植修复，优先选用本土物种填充植被空缺。杜绝外来物种随意引种，规避本土生态体系出现结构紊乱。依托群落自然生长节奏调整施工细节，完整保留场地原生生态的自然肌理。

3 生态水利工程设计在水利建设中的具体运用路径

3.1 水利工程结构形态的生态化改造运用

传统水利工程结构多采用标准化硬质形制，整体造型规整固化，难以适配自然水系的生态生长规律。生态化改造针对堤坝、闸体、河道护面等核心结构开展形态优化，摒弃单一的直线式、封闭式建设模式。调整工程断面结构样式，打造不规则、多层次的结构形态，为水生生物留存栖息与藏匿空间。弱化高强度硬化铺装的使用范围，替换粗糙、多孔、透气的生态结构形式，弱化人工结构对水域环境的硬性干预[3]。优化闸坝、堤防的立面造型，增设缓流、滞水的结构性设计，舒缓水流速度带来的环境冲击。改造过程立足场地原生条件调整结构参数，规避统一制式带来的生态适配缺陷，让工程结构适配水域自然活动节奏。通过结构形态的软性改造，消解人工工程的生硬质感，提升水利设施与水域环境的兼容程度。

3.2 水系循环系统的生态优化运用

自然水系具备自成体系的循环规律，人工水利建设容易割裂水系脉络，造成水体流动阻滞、水质自净能力下降等问题。生态优化围绕全域水系流动脉络开展设计梳理，打通河段、沟渠、塘库之间的水体联通壁垒。调整水系布设格局，疏通堵塞水体通道，重构连贯的水体流动体系。针对静水滞留区域增设导流、活水设计，激活静态水体的流动活性，改善水体停滞淤积的问题。结合地形高差合理排布水系走向，依托自然地势驱动水体循环，减少人工设备的能耗干预。

3.3 水利配套设施的生态融合运用

水利配套设施是水利建设体系的重要组成部分，传统设施建设多侧重功能落地，忽视与生态环境的协调适配。生态融合改造针对步道、护坡、排水设施、管护平台等附属设施开展升级调整。选用天然生态材料替代工业化硬质建材，提升设施与自然环境的适配度。优化设施布设位置与建设规模，避让水系生态核心区域，减少构筑物占用的生态空间。调整设施外观与结构形式，弱化人工设施的突兀感，与水岸植被、地形地貌形成协调格局。在设施建设环节融入生态细节设计，预留植被生长、生物通行的空隙与通道。

3.4 区域水系生态完整性的统筹运用

单一河段、单点工程的生态改造难以实现全域水系的生态稳定，需要依托统筹性设计保障区域水系生态完整。统筹梳理整片区域的水系资源、生态资源与地形资源，整合碎片化的生态改造点位。统一区域生态设计标准与改造方向，避免局部改造标准不一引发的生态衔接漏洞。兼顾上游、中游、下游的水系生态需求，平衡不同河段的工程改造强度与生态保护力度。统筹水陆植被配置、生物栖息布局、水体循环体系，搭建全域联动的生态格局。结合区域水系发展特质统筹排布工程建设内容，补齐局部生态短板。

4 水利建设中生态水利工程设计的优化与发展方向

4.1 生态设计与水利工程功能的协同优化

现代水利建设需要兼顾基础使用功能与生态保护价值，单一侧重工程效益的设计模式难以适配行业升级需求。生态优化工作围绕防洪、输水、排涝等核心工程功能展开细节打磨，在保障工程运行稳定的前提下植入生态设计内容。调整传统工程高强度硬化的建设思路，用柔性生态构造替换部分硬质结构，提升工程环境适应能力。结合水利工程运行周期调整设计方案，适配汛期行洪、枯水期蓄水的不同工作状态[4]。合理分配工程空间布局，预留生态修复与水体活动空间，避免功能改造压制自然生态发育。细化工程运行细节设计，弱化设施运作对水域生态的负面干扰。推动水利工程实用功能与生态保护效果相互兼容，实现水利建设质量的稳步提升。

4.2 生态水利设计体系的完善路径

国内生态水利设计仍处于持续升级阶段，部分区域设计内容零散、建设标准模糊，难以形成系统化的建设体系。体系完善需要整合各类生态设计内容，梳理水利建设全流程的设计要点与实施规范。细化不同水利工程类型的生态设计标准，填补小型水利设施、区域性水系治理的设计空白。梳理设计环节与施工环节的衔接流程，打通方案设计与现场落地的衔接壁垒。积累场地适配性较强的生态设计手段，丰富水利生态建设的技术储备。优化设计流程中的细节管控内容，减少方案落地中的偏差问题。搭建覆盖面更广、规范性更强的生态水利设计实施体系。

4.3 适配多元水利场景的生态设计创新方向

水利建设场景具备明显的地域差异性，河道治理、灌区建设、水库改造、水土治理的场地环境各不相同。固定单一的生态设计模式无法适配复杂多变的水利建设场景。设计创新需要立足不同场景的场地特质，针对性调整生态设计的实施方式。针对城镇水系侧重景观生态与水体净化设计，乡村水系侧重水土养护与农田水利适配设计。山区水利工程强化边坡稳固与原生植被保护，平原水利工程侧重水系脉络疏通与生态空间拓展。结合场景属性更新设计思路，摒弃同质化的改造手段。依托场地独有资源开展定制化设计，丰富生态水利设计的应用形式。

4.4 长效化生态水利设计的落地思路

生态水利建设不是阶段性改造工作，需要依托长效落地机制维持水系生态的稳定状态。长效设计落地需要贯穿水利工程前期规划、中期施工、后期运维的全部阶段。提前摸排场地生态基底条件，制定适配长期生态演化的设计方案，避免短期改造破坏生态长效平衡。控制施工阶段的人为扰动，采用低干扰施工方式落实生态设计内容。结合水域生态的动态变化特征预留改造调整空间，适配生态环境的自然演变节奏[5]。细化工程后期运维阶段的生态管护设计，持续维护改造区域的生态状态。推动生态水利设计理念深度扎根水利建设全流程。

结束语

生态水利工程设计为现代水利建设提供全新的发展思路，打破传统工程建设的固有局限，兼顾水利设施实用属性与水域生态的自然属性。差异化的生态适配逻辑、多维度的设计要点与多元化的运用路径，能够有效完善水利建设的生态体系。结合不同水利场景优化设计模式，持续完善设计体系、落实长效建设理念，可推动水利建设与自然生态深度融合，助力水利行业实现绿色可持续的高质量发展。

参考文献

[1] 隋建华. 生态水利工程设计在水利建设中的运用 [J]. 砖瓦世界,2022(3):154-156.

[2] 陈旭. 生态水利工程设计在水利建设中的运用 [J]. 东北水利水电,2023,41(7):67-70.

[3] 李文品. 生态理念在水利工程设计过程中的应用分析 [J]. 中国水运 (下半月),2022,22(3):79-81.

[4] 李银. 生态水利工程在水利建设中的运用探讨 [J]. 内蒙古水利,2025,(5):20-21.

[5] 吴丽娟. 河道建设中生态水利工程设计的应用 [J]. 水上安全,2024,(20):31-33.