

水利工程设计过程中的生态理念应用

王碧玉 顾志宇 叶缪祺 陶玉祥 别烨

江苏省水利勘测设计研究院有限公司, 中国·江苏 扬州 225127

摘要: 水利工程建设的本质是科学调配、管控水资源, 满足生产生活用水、防洪排涝等现实需要。随着全球气候变暖影响, 水资源短缺已经成为不少地区发展需要直面的现实难题, 因此把生态思路融入水利工程设计, 已经成为行业发展的必然选择。在开展水利工程方案设计时引入生态思维, 能够尽可能降低工程实施对局部气候、河流水文以及水体环境带来的不利干扰, 兼顾工程实用价值与河湖生态健康, 进一步放大水利项目的综合效益。本文结合现阶段生态理念在水利工程设计当中的实际应用现状展开分析, 梳理实践环节存在的现实问题, 立足工程规划、结构选型、运行调度等角度提出可落地的优化建议, 为后续同类项目设计工作提供参考。

关键词: 生态理念; 水利工程; 工程设计; 生态工程技术

Application of ecological concept in water conservancy project design

Wang Biyu, Gu Zhiyu, Ye Miaoqi, Tao Yuxiang, Bie Ye

Jiangsu Provincial Water Conservancy Survey, Design and Research Institute Co., Ltd., China Jiangsu Yangzhou 225127

Abstract: The essence of water conservancy project construction is to scientifically allocate and control water resources to meet the practical needs of production and living water, flood control and waterlogging drainage. With the impact of global warming, the shortage of water resources has become a practical problem for the development of many regions. Therefore, integrating ecological ideas into the design of water conservancy projects has become an inevitable choice for the development of the industry. The introduction of ecological thinking in the design of water conservancy project scheme can reduce the adverse interference of project implementation on local climate, river hydrology and water environment as far as possible, take into account the practical value of the project and the ecological health of rivers and lakes, and further enlarge the comprehensive benefits of water conservancy projects. This paper analyzes the current situation of the practical application of ecological concept in the design of water conservancy projects, combs the practical problems existing in the practice, and puts forward feasible optimization suggestions from the perspective of project planning, structure selection, operation scheduling, etc., so as to provide reference for the design of similar projects in the future.

Keywords: Ecological concept; Hydraulic engineering; Engineering design; Ecological engineering technology

0 引言

近些年来, 党中央一系列重要会议召开, 使得生态文明建设逐渐提升到国家发展战略高度, 节能环保逐渐成为社会生产生活的主流趋势。不同地区水利工程的施工条件有所不同, 部分工程项目由于设计不合理, 未能实现区域的水资源合理化开发和利用, 甚至出现了不同程度的污染, 影响区域的生态系统平衡。因此, 为了规避此类问题, 水利工程设计中融入生态理念很有必要, 致力于减少工程总体能耗与环境污染, 维护周围生态环境稳定同时, 实现水资源系统良性循环。

1 生态水利理念及价值基础

1.1 生态水利理念的核心内涵

生态水利是区别于传统工程水利的新型水利发展模

式, 核心是坚持“人与自然和谐共生”, 在保障水利工程防洪、供水、灌溉等基础功能的前提下, 尊重流域自然水文规律、地貌特征与生态结构, 通过科学化、精细化的工程设计, 最大限度减少工程建设对生态环境的扰动, 修复受损水生态系统, 实现水资源开发利用与生态保护的协调发展。其核心特征体现为自然性、整体性、可持续性、协同性。

1.2 水利工程设计中融入生态理念的价值

水利工程大规模建设, 使得区域下垫面从陆面过渡到水面, 这种变化增强了地表蒸发, 可能导致区域降雨量有所增长, 同时, 由于水体热容量较大, 其与空气的能量交换过程也会使区域年均气温呈现上升趋势。水利工程建设对河道水文水体产生负面影响, 特别是河道中拦河闸坝,

会物理性阻隔河道,一定程度上弱化了河道水流动性,周边区域地下水位发生不规则变化,影响河流水系统自净能力^[1]。

因此,水利工程设计中生态理念的融入应用展现出巨大的价值。首先,新时期水利工程设计中融入生态理念,可有效规避水土流失。水利工程建设中保留自然湿地,或是建设生态廊道,借此恢复区域生态系统,为区域自然生产提供保障,避免生态系统完整性和稳定性被破坏。其次,传统水利工程设计中多以供水、灌溉功能为主,水资源利用和保护缺少足够重视。融入生态理念到水利工程中,平衡工程建设与生态系统保护的关系,并通过推广节水技术、优化供水系统等方式,有效提高水资源利用率。最后,生态理念融入水利工程设计中,有益于强化水利工程的防洪排水能力,使得区域河流系统恢复到自然生态状态,对于减轻洪灾损失,提升水资源管理能力具有重要意义。

2 水利工程生态设计的基本原则

2.1 生态优先,兼顾功能

长期以来,不少水利工程设计优先看重防洪、输水、灌溉等实用功能,生态保护常常沦为附属考量。为方便施工,很多项目直接套用标准化构造,片面追求河道顺直、堤岸规整,忽视河流原有地貌,干扰水文节律与生物栖息环境,部分生态损伤难以修复。随着水利建设理念更新,流域生态保护愈发受到重视,结合现场实际优化构件选型、断面形式与施工安排,减少开挖对原生岸滩的扰动,降低工程带来的生态代价。在保障项目社会效益的基础上维护河流生态链条,实现工程效用、建设成本与生态保护三者之间的协调平衡。

2.2 因地制宜,本土适配

开展设计应当充分调研项目现场实际情况,结合当地水文变化规律、气候特点、土壤条件以及动植物分布现状来制定方案。尽量选用本地原有植被和就地可取的原材料,不要直接照搬别处现成的设计模板。不同河段的环境条件差异较大,外来的设计模式很容易出现水土不服。立足本土条件进行设计,才能让修复形成的生态系统更好适应周边环境,维持长期稳定的生存状态。

2.3 整体统筹,系统治理

生态设计不能只盯着工程建设的一小块范围做局部改造,不能局限于治理项目本身涉及的河道段落。要把这项水利工程放到整个流域的大环境当中综合考量,做好整体层面的规划统筹。设计过程当中既要关注河道水体内部环境,也要兼顾河岸带以及周边陆域的生态状况,不能割裂水域、岸线和陆地之间的联系。同时还要权衡上下游水流变化,兼顾河道左右两岸的生态差异,避免顾此失彼。充分考虑不同区域之间的生态联动关系,减少工程对流域整

体带来的连锁影响,真正落实流域层面的系统化治理思路。

2.4 低成本可持续原则

生态设计应当尽量摒弃大拆大建、过度依靠人工构筑物的修复思路,不能只追求高标准的改造效果,多采用轻量化、对自然扰动小的微创处理方式。在方案阶段就要兼顾现实经济条件,合理把控项目建设投资,同时也要预判后续管护压力,压低后期运维的开销。生态改造不代表全部依靠人工持续干预,要充分利用自然本身的调节能力。通过合理的设计给生态自我恢复创造条件,减少人为长期介入维护,让岸坡、水体生态能够依靠自身循环逐步趋于稳定,真正实现水利工程与周边环境长久可持续运行。

3 水利工程设计中生态理念的应用策略

水利事业蓬勃发展背景下,为了打造高质量的工程项目,应积极渗透生态理念到实处,在保证水利工程各项功能的前提下,减少对生态环境污染破坏,推动水利工程高水平发展。具体策略如下。

3.1 调查掌握区域水文资料

水利工程设计中融入生态理念,做好系统水文调查至关重要,致力于全周期、多维度采集、分析数据,建构客观反映区域生态水文特征的数据体系。联合应用 GIS、RS 技术与地面监测手段,全面采集地下水位、河道内径流量和泥沙含量等水文数据,并掌握区域湿地面积、动植物分布等生态环境。在此基础上,整合历史水文数据建立水文特征谱,为生态流量设计提供数据支持。同时,基于物联网、智能传感器等建立实时水文监测系统,实时采集流速、溶解氧、水温等生态水文数据,工程影响半径区域设置梯度监测点,掌握水利工程建设前后的水文波动规律^[2]。例如,某水利水电枢纽工程建设,区域共布设 42 个水文-生态联合监测站,高效采集区域溶解氧含量 0.8mg/L 季节性波动,对于区域鱼类保护提供支持。另外,采用 HEC-RAS、SWAT 等水文模型进行模拟,重点分析河网结构与生态基流耦合关系,以及水利工程建设对地下水位埋深的影响范围等,通过模拟分析不同设计方案,探究水利工程建设对生态系统的扰动程度。

3.2 引入生态工程技术

3.2.1 引入生态型河道整治技术

河道整治工程设计中实行生态型河道整治技术,打破传统硬质化河道设计限制,可有效减少河道生态环境的污染和破坏。采用生态护坡技术优化工程设计,传统浆砌石护坡、混凝土等材料以石笼护坡、植被护坡等形式为主,其中石笼护坡(如图 1)具有较强的柔韧性、透水性,孔隙率达 30% 以上;植被护坡方式则通过植物根系固土保水,根系固土强度可达 8kPa 以上,两种方式联合应用,可

显著改善区域水土流失问题,为昆虫、水生生物等提供栖息地^[9]。



图1 石笼护坡

3.2.2 推广生态材料和工艺

水利工程设计中,为了减少工程建设对生态环境的负面影响,引入生物相容性混凝土新型工程材料,此类材料中硅藻土的掺量大概 8%~12%,可将混凝土表面 pH 值稳定在 6.5~7.5 的适宜范围,促进藻类和微生物附着与生长,提高工程表面藻类植物覆盖率;推广应用秸秆纤维,可显著改善区域填土,增强土壤抗剪强度,对于提高工程边坡结构稳定性具有重要作用。

3.2.3 优化结构空间布局

坚持生态环保理念导向,优化区域空间结构布局,预留生态廊道。例如,长江大保护工程中预留 12% 岸线空间,提高区域水生生物的通过率;实行预制生态砌块柔性组合,此类模块化设计可显著提高拼装式护岸施工效率。同时,尝试着引入 BIM 和 Ecopath 模型模拟区域生态环境,可显著增强水利工程设计合理性,最大程度减少水利工程建设对生物链的扰动强度。

3.2.4 建设生态护岸

摒弃传统硬质护岸材料,优先选用植物纤维毯、生态袋等生态友好型柔性护岸材料,此类材料透气性、透水性优良,可允许水陆之间养分和水分自由交换,为微生物、植物提供良好的生长环境。引入植物护岸技术,选择狗牙根、香根草以及柳树等水生植物,根据实际需要选择播种或扦插等方式种植。借助植物的根系固土护坡,可大幅度减少水分流失,并且植物枝叶还可以净化水质,拦截地表径流中的污染物,创设良性的生态环境。而且植物还可以为水生生物提供栖息地和食物来源,丰富生物多样性。另外,实行复合式生态护岸,将植物和柔性护岸材料有机整合。例如,生态袋护岸中加入包含了植物种子的营养土,与工程结构相结合,保证工程质量同时,充分发挥其生态功能。

3.3 加强工程与周围生态融合

水利工程设计中引入生态化设计理念,在保证工程功能、质量前提下,与周围自然环境相协调,增强建筑物融

合美观度。水闸、抽泵站等建筑物采用仿石材混凝土,使得工程建筑更好地融入周边自然生态或人文环境,减少视觉污染;建筑造型汲取区域传统建筑元素,丰富工程文化内涵底蕴;生产和管理用房等附属设施,尽可能与周围环境协调布设,避免破坏生态整体性与和谐性。水利工程应大力推行建筑外观与生态协同设计,在保证水利工程具有应有的功能需求同时,兼顾工程美学价值。以河道治理工程为例,采用生态提升节点设计、植物配置等方式,建设兼具休闲游憩、防洪抗旱等功能的生态廊道;基于节点提升和生态协同化设计,便于自然环境元素更好地融入水利工程设计范畴,推动区域生态网络健全完善。同时,应建立生态修复效果监测体系,定期监测区域水质变化、生物多样性以及植被覆盖率等指标变化情况,综合评估区域生态修复成果。根据生态监测结果优化调整生态修复方案,及时更换污染大、破坏大的工程措施,从而提升水利工程建设效果,实现区域生态环境可持续发展。除此之外,合理利用水利工程水体资源引带发展生态旅游或生态养殖等产业,从而实现水资源合理开发、利用。

4 结语

综上所述,现阶段国内水利工程项目建设规模不断扩张,各类堤防、河道整治、闸坝工程落地数量逐年增多。把生态理念切实渗透到设计各个环节,能够缓和工程建设对自然环境带来的冲击,协调好项目开发和流域生态保护之间的矛盾,推动水利工程走向可持续发展。在开展水利工程设计工作时要落实因地制宜的思路。设计前期要实地搜集整理区域水文数据,摸清当地气候、土壤以及动植物的实际情况,不能直接照搬外地现成方案。在此基础之上合理选用适配现场条件的生态材料与处理技术,对河道断面、护坡结构等工程构造做出优化调整。通过一系列务实的设计改进,减少工程对原生环境的破坏,改善水域与岸线的生态状态,切实提高水利工程整体设计的科学合理性,让水利项目既可以发挥应有的实用价值,也能够兼顾流域生态长期稳定。

参考文献:

- [1] 田明亮. 生态理念在水利工程设计过程中的应用分析[J]. 水上安全, 2023(04): 104-106.
- [2] 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, 2022, 22 (06): 79-81.
- [3] 霍小芳. 生态理念在水利工程设计过程中的应用[J]. 农业科技与信息, 2021(23): 126-128.

作者简介:王碧玉(1997-),女,江苏扬州人,硕士研究生,工程师,研究方向:水利工程设计。