

生态水利工程施工技术与环境保护策略探讨

张 伟

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司 天津 300220

摘 要：为兼顾水利工程建设质量与流域生态保护，本文聚焦生态水利工程核心施工技术，系统阐述生态护岸、水体修复、绿色节能、基底生态施工等关键技术。深入剖析施工过程中对水环境、土壤植被及生物多样性造成的生态破坏问题，梳理当前环保施工存在的理念滞后、技术不足、监管缺失等核心痛点。从施工前期、施工过程中、后期修复及管理保障四个维度，提出全方位生态环保优化策略，助力水利工程与自然生态协调可持续发展。

关键词：生态水利工程；施工技术；环境保护策略

引言：传统水利工程施工侧重结构稳固与功能效益，忽视生态环境保护，易引发水体污染、水土流失、生物栖息地破坏等系列生态问题，制约流域生态良性发展。在生态文明建设背景下，生态水利施工模式成为行业发展主流。为破解工程建设与生态保护的矛盾，本文结合生态水利施工技术特点，分析施工生态影响与现存问题，针对性制定环保管控与修复策略，为水利工程绿色施工、生态治理提供实操参考。

1 生态水利工程核心施工技术

1.1 生态护岸施工技术

(1) 生态石笼护岸技术：施工优先选用耐腐蚀、高强度的镀锌格宾石笼材料，严格按照放线、基底平整、石笼装填、拼装固定的标准化流程施工。该技术具备良好的透水、固土性能，可实现水体与岸坡土壤的自然交换，同时适配河道生态环境，为小型生物提供生存空间。(2) 植被复合护岸技术：采用草本、灌木分层搭配的种植工艺，依据岸坡坡度、水文条件合理配比植被品类。深根灌木加固岸坡土体、提升防冲刷能力，浅根草本覆盖表层土壤，兼顾河道岸坡结构稳固性，同时营造多元植被环境，满足水陆生物栖息繁衍需求。(3) 仿自然护岸施工技术：以天然河道形态为参照，优化堤线走势与岸坡弧度，开展去人工化改造施工。施工中摒弃硬质规整的人工堤岸模式，保留河道自然弯曲形态，弱化人工施工痕迹，还原河道原生生态风貌^[1]。

1.2 水体生态修复施工技术

(1) 水生植被群落构建技术：根据水体深浅、水流速度分区布局，分层种植沉水、挺水植物，规范种植间距与深度，配套后期防虫、补水、固苗养护工艺，构建稳定的水生植物群落。(2) 生态廊道搭建技术：结合河

道水文特征与生物习性，科学规划鱼类洄游通道、水陆生物迁徙路径，优化通道坡度、宽度，保障生物自由迁徙，打通河道生态连通体系。(3) 水体净化施工技术：结合微生物投放、人工湿地配套施工技术，通过培育有益微生物分解水体污染物，搭配湿地填料与植被系统，全方位提升水体自净能力。

1.3 绿色节能施工技术

(1) 施工节水循环技术：搭建雨水收集系统，配套沉淀池、过滤设备对施工废水进行净化处理，实现水资源循环复用，减少施工用水损耗。(2) 低碳节能施工技术：施工现场优先采用太阳能等清洁能源，选型低能耗施工设备，优化施工工序，减少设备空转能耗，降低施工碳排放。(3) 扬尘与噪声控制施工技术：通过喷淋降尘、裸土覆盖、封闭施工等措施管控扬尘，选用低噪设备、限定施工时段，落实绿色施工管控要求。

1.4 土方与基底生态施工技术

(1) 生态清淤施工技术依托精准探测设备划定清淤范围与深度，采用环保清淤设备开展精细化作业，避免过度清淤破坏河道原生基底。对疏浚淤泥进行无害化处理，去除污染物后实现淤泥资源化利用，可用于场地覆土、植被种植，兼顾清淤效果与生态环保需求。(2) 基底生态改良技术针对河道松软、贫瘠、污染基底进行土质优化，通过基底平整、杂质清理、土质改良等工序改善基底结构。同时铺设生态垫层，提升水体通透与涵养能力，优化河道基底生态环境，为水生植被生长、生物栖息提供良好的基底条件。

2 水利工程施工对生态环境的影响及现存问题

2.1 施工对水环境的影响

(1) 水利工程现场施工过程中, 基坑排水、机械冲洗产生的施工废水未经处理直接排放, 加之土方开挖、河道疏浚作业引发泥沙悬浮扩散, 会大幅提升水体浑浊度。悬浮泥沙会遮挡光照、沉积水底, 不仅造成水质下降、水体透明度降低, 还会污染水体环境, 影响水环境洁净度。(2) 工程围堰填筑、河道改道等施工操作, 会直接扰动原有河道水流体系, 改变河道流速、水位及径流规律, 破坏天然水文节律。长期的水文扰动会打破河道生态流量平衡, 导致局部水域水量分配失衡, 无法满足水生生物正常生存的水文需求。(3) 河道清淤、基底开挖、岸坡整治等高强度作业, 会直接破坏水体原有地形结构与水生植被布局, 损毁天然水体生态圈层。原有稳定的水体生态结构被打破, 水生生物生存载体受损, 水域原生生态平衡遭到破坏。

2.2 施工对土壤与陆地生态的影响

(1) 工程土方开挖、临时场地搭建、施工便道占用等作业, 会剥离地表熟土, 破坏原有地表土层结构与植被覆盖层。地表保护层缺失后, 遇降雨冲刷极易引发水土流失, 造成土壤资源流失、地表沟壑破损, 加剧区域水土失衡问题。(2) 大型施工机械反复碾压施工区域地面, 会压缩土壤孔隙, 造成严重土壤板结, 降低土壤透水、透气性能。同时, 施工建筑垃圾、油料渗漏、废弃物料随意堆放, 会造成土壤污染, 破坏土壤肥力与土质结构。(3) 工程永久占地与临时施工占地会大面积损毁区域原有草本、灌木植被, 彻底破坏陆地原生植被群落。植被大面积消亡直接导致陆地生物栖息场所缩减, 打破陆地生态原有布局, 造成局部生态裸露^[2]。

2.3 施工对生物多样性的影响

(1) 施工机械作业产生的持续噪音、地面及水体振动, 会对水生、陆生生物造成持续性干扰。各类生物的栖息、觅食、繁殖行为受到阻碍, 部分敏感生物会出现迁徙逃离、繁衍受阻的情况, 扰乱生物正常生存节律。(2) 施工围堰封堵、河道分段阻断、生境破损等问题, 割裂了河道与陆地生态空间, 阻断生物原有迁徙、洄游通道。生态连通性受损导致生物种群交流受阻, 栖息地碎片化严重, 区域生物物种数量逐步减少。(3) 施工产生的废水、废渣、扬尘等污染物持续输入生态系统, 会造成局部水体、土壤污染, 导致部分生物消亡、群落结构改变, 引发生态链断裂与失衡, 大幅降低流域生态系统的稳定性与自我修复能力。

2.4 生态水利施工环保工作现存核心问题

(1) 部分施工单位环保理念薄弱, 施工管理重心偏

向工程进度、质量与效益, 存在重建设、轻保护的问题。生态保护措施流于形式, 施工过程中随意破坏生态环境, 生态保护理念未能落地执行。(2) 现阶段生态施工技术体系尚未完全成熟, 部分新型生态施工技术实操性不足, 适配不同河道、地质工况的能力较差。同时生态技术推广力度不足, 施工现场传统施工模式占比偏高, 绿色生态技术普及率低。(3) 水利施工环保监管机制不够完善, 监管体系存在漏洞, 多为阶段性检查, 缺乏施工全过程、动态化的监督管控。对违规施工、生态破坏行为管控不严, 难以从源头遏制施工生态污染问题。(4) 多数工程存在施工与修复不同步的问题, 生态修复工作严重滞后于施工进度。后期修复方案缺乏针对性与系统性, 多采用统一化修复模式, 无法适配区域受损生态的实际需求, 修复效果大打折扣。

3 生态水利工程施工环境保护优化策略

3.1 施工前期生态预防保护策略

(1) 优化工程选址与布局, 主动避让生态敏感区、自然保护区。在工程规划设计阶段, 需结合流域生态现状、国土空间生态保护规划, 全面排查施工区域内的生态红线、自然保护区、水源保护区及动植物集中栖息区。通过调整工程线路、优化施工场地布局、迁移临时设施等方式, 最大限度避让生态敏感区域, 从源头减少工程建设对原生生态系统的侵占与破坏, 降低后续生态治理和修复成本。(2) 完善施工前环境影响评价, 制定专项生态保护方案。摒弃传统单一化工程评价模式, 针对水利工程水域、土壤、生物、大气等多维度生态要素开展全面环境影响评价。结合工程施工规模、作业方式、施工周期, 精准预判施工可能产生的生态破坏、环境污染问题, 编制针对性强、可落地的专项生态保护方案, 明确环保施工标准、防控措施及应急处置办法, 为施工全过程生态保护提供依据^[3]。(3) 提前开展场地生态勘测, 精准规划施工扰动范围。施工前组建专业勘测团队, 对施工区域及周边流域开展全方位生态勘测, 详细摸排区域植被分布、土壤结构、水文特征、生物种群及栖息地分布情况。基于勘测数据精准划定核心施工区、临时作业区及生态缓冲区, 严格限定施工扰动范围, 杜绝超范围开挖、占地和作业, 实现施工扰动最小化管控。

3.2 施工过程动态环保管控策略

(1) 水污染防控: 施工废水无害化处理、泥沙管控、水体实时监测。施工现场搭建标准化废水收集、沉淀、过滤处理系统, 对机械冲洗废水、基坑排水、施工污水进行集中无害化处理, 达标后再循环利用或合规排

放。河道开挖、清淤作业期间,设置拦沙网、围挡等防护设施,抑制泥沙悬浮扩散。同时搭建水体实时监测点位,动态监测水质、浊度、污染物指标,及时整改超标问题,保障水域环境稳定。(2) 土环境防控:边坡防护、水土保持、施工土壤保护与复用。针对开挖岸坡及时铺设防护网、植草护坡,防止边坡坍塌和雨水冲刷造成水土流失。对施工剥离的表层熟土进行单独收集、堆放和覆盖保护,避免土壤污染、流失板结。合理规划施工便道和作业区域,减少机械碾压范围,施工结束后对闲置土壤进行翻新改良、资源化复用,有效保护区域土壤资源。(3) 生态扰动防控:降噪减振、分区施工、减少生境破坏。优先选用低噪声、低振动施工设备,对高噪声作业设备加装隔音设施,合理规划施工时段,规避生物活跃高峰期作业。采用分区、分段、流水式施工模式,避免全域同步施工造成大面积生态扰动。严格保护区域原有植被和天然生境,减少河道阻断、土体开挖等破坏性作业,最大限度维持生态系统完整性^[4]。

3.3 施工后期生态修复与补偿策略

(1) 受损植被系统性恢复,遵循适地适树原则重构植被群落。施工结束后及时清理施工废渣、废弃设施,平整受损场地。结合区域气候、土壤、水文条件,遵循适地适树、乡土优先原则,搭配种植本土草本、灌木植被,摒弃外来入侵物种,分层重构稳定的陆生植被群落。同时做好后期养护管理,保障植被成活率,逐步恢复区域陆地植被生态风貌。(2) 河道生态功能修复,完善生态廊道、优化水域生境条件。针对施工受损的河道基底、岸坡及水域环境开展系统性修复,平整河道基底、铺设生态垫层,改善水体生存环境。修复完善鱼类洄游通道、生物迁徙生态廊道,打通水域生态连通性。通过分区种植水生植被、优化水体流通体系,恢复河道水体自净能力,重塑多元稳定的水域生态系统。(3) 建立生态补偿机制,落实流域生态修复长效治理。结合工程造成的生态破坏程度,建立科学的生态补偿机制,明确生态补偿资金、治理责任。摒弃短期修复模式,建立长效化流域生态治理机制,定期对修复区域开展生态跟踪监测,根据生态恢复动态调整治理方案,持续巩固修复成果,实现工程建设与生态治理的动态平衡^[5]。

3.4 完善环保管理与技术保障体系

(1) 健全施工环保管理制度,明确岗位环保责任分

工。结合生态水利施工特点,完善施工现场环保管理制度、生态保护细则和奖惩机制,将生态环保工作纳入施工核心管理体系。细化项目经理、施工班组、技术人员的环保岗位职责,层层落实环保责任,杜绝重进度、轻环保的施工乱象,实现环保管理规范化、制度化。(2) 强化生态施工技术创新与推广,提升绿色施工水平。积极引进、创新成熟的生态护岸、生态清淤、水体修复等绿色施工技术,优化传统施工工艺,降低施工生态损耗。定期开展施工人员生态技术培训,普及绿色施工理念与实操技巧,提升技术普及率和适配性,以先进技术支撑生态环保施工,全面提升工程绿色建设水平。(3) 搭建全过程动态监测体系,实现施工环保闭环管控。依托智能化监测设备,搭建覆盖施工前期、施工过程、施工后期的全方位生态监测体系,动态监测水质、土壤、植被、生物多样性等生态指标。建立数据台账,及时发现和处置生态污染、生态破坏问题,形成“监测—预警—整改—复查”的闭环管控模式,保障生态环保管控落地见效。

结束语

生态水利工程建设是实现水利事业绿色转型的关键举措,生态保护需贯穿工程施工全流程。本文梳理了各类生态施工技术,明确施工引发的多维度生态问题,构建了全周期生态环保管控与修复体系。唯有革新施工理念、普及生态技术、完善监管机制、落实长效修复,才能有效降低施工生态扰动。未来需持续创新绿色施工技术,优化生态治理模式,实现水利工程建设与生态环境保护协同共赢。

参考文献

- [1] 周明旭. 水利工程绿色施工技术与生态环境保护[J]. 人民黄河, 2024, 46(S1): 60-63.
- [2] 解玲. 浅谈如何在水利施工中推广绿色施工技术[J]. 地下水, 2023, 45(5): 320-323.
- [3] 李明, 王芳. 生态友好型水利施工技术创新与应用[J]. 中国农村水利水电, 2022, 26(11): 145-150.
- [4] 张伟, 刘强. 水利工程绿色施工与生态修复协同机制研究[J]. 水利学报, 2023, 54(2): 198-205.
- [5] 乔斌. 浅谈如何在水利施工中推广绿色施工技术[J]. 水上安全, 2024, 11(3): 70-72.