水利水电工程施工中的环境保护与技术创新实践

翟子傲

河北水利电力学院水利工程系　河北　沧州　061001

摘　要：水利水电工程施工面临生态破坏、水污染、大气与噪声污染及固体废弃物管理等多重环境问题。通过仿生结构设计、水资源循环利用、清洁能源应用、噪声与扬尘动态管理等技术创新，结合智能化监测、模块化施工、绿色材料研发及协同治理机制，实现环境保护与经济效益的平衡。这些实践推动行业形成绿色施工模式，促进产业链技术升级，为水利水电工程可持续发展提供新路径。

关键词：水利水电工程；环境保护；技术创新；绿色施工；协同治理

引言：水利水电工程作为国家基础设施建设的核心领域，其施工活动对区域生态环境影响深远。传统施工模式常引发水土流失、水体污染、生物栖息地破坏等问题，加剧生态系统的脆弱性。随着环保意识的提升与技术进步，如何在工程推进中实现生态保护与技术创新协同，成为行业转型的关键。本文从环境问题识别、技术创新方向、实践路径及协同效应出发，探讨水利水电工程绿色施工的可行策略。

1 水利水电工程施工中的主要环境问题

1.1 生态破坏

水生生物栖息地干扰与物种迁移是显著表现。工程施工会改变原有水文条件，水流速度、水位深浅的变化直接影响水生生物的生存环境。某些鱼类的繁殖、索饵和洄游路线可能被阻断，迫使种群寻找新的生存空间，而新环境未必能提供适宜的食物和繁殖条件[1]。陆域植被破坏与水土流失风险同样突出。施工区域的清理会移除大片植被，地表失去植物根系的固着保护，遇到降雨时，土壤容易被冲刷。裸露的土地在风力作用下也可能出现沙化，原本稳定的地表结构被打破，松散的土壤随水流进入周边水域或堆积在低洼地带，改变局部地形地貌。

1.2 水污染风险

施工废水与泥沙对水体的影响较为直接。开挖、钻孔等作业产生的泥浆水，若未经处理直接排放，会导致水体浑浊度升高，影响水生植物的光合作用，进而影响整个水生生态系统的平衡。泥沙沉积还可能堵塞河道，改变水流方向和速度。油污、化学品泄漏的潜在危害也需关注。施工中使用的机械需要润滑油、燃油，一旦发生泄漏，这些物质会漂浮在水面形成油膜，阻碍水体与大气的气体交换，导致水中溶解氧含量下降。各类化学试剂如混凝土添加剂、清洗剂等若管理不当进入水体，可能改变水体的酸碱度和化学成分，对水生生物产生毒性作用。

1.3 大气与噪声污染

扬尘、废气排放影响空气质量。土方开挖、物料运输过程中，大量粉尘会进入空气中，使空气中颗粒物浓度增加。施工机械运转时排放的废气含有多种污染物，这些物质在空气中扩散，不仅改变局部空气质量，还可能与水汽结合形成酸性物质，影响周边植物生长。施工机械噪声对周边居民的干扰持续存在。重型机械运转、爆破作业等产生的高分贝声音，会打破周边区域的安静环境。长期处于这样的声环境中，居民的正常生活节奏会被打乱，休息和学习受到影响，日常活动的舒适度大幅降低。

1.4 固体废弃物管理

固体废弃物管理面临较大压力。建筑垃圾产生量多，混凝土块、废钢材等堆积，处置不当会占用土地，可能因雨水冲刷对周边土壤和水体造成二次污染。这些废弃物中的有害物质会随着雨水渗透到土壤深处，改变土壤的成分，影响植物根系的发育。生活垃圾随之增加，食品残渣、塑料废弃物等若处理不善，容易滋生细菌，散发异味，对施工区域及周边的卫生环境构成威胁，加大环境治理难度，这些废弃物的堆积还会影响施工区域的整体环境面貌，与周边自然环境形成不协调的景象。塑料废弃物难以降解，长期留在环境中会被动物误食，造成伤害，食品残渣腐烂过程中释放的物质也会污染土壤和地下水。

2 环境保护的技术创新方向

2.1 生态友好型施工技术

仿生结构设计通过模仿自然形态减少生态干扰。依据当地地形与生物活动规律设计的堤坝或渠道，能融入周边环境，为水生生物预留通道，降低对原有栖息地的分割[2]。这种设计理念下的建筑形态与自然景观协调，减少对生物迁徙路径的阻碍，其曲面轮廓可引导水流自然流动，避免局部水流紊乱。生态修复技术可快速恢复施工区植被与水生环境。在裸露土地表面铺设生物毯，促进植物种子萌发与生长，短期内形成植被覆盖层。针对水体区域，投放适合的微生物制剂，分解污染物同时改善水质，为水生生物重新营造适宜的生存条件，配合种植水

生植物构建小型生态链，让水体自净能力逐步回升。

2.2 水资源保护与循环利用

施工废水零排放技术依托过滤、沉淀与再利用系统实现闭环管理。废水经多级过滤去除泥沙与杂质，沉淀池中添加絮凝剂使细小颗粒凝聚下沉，处理后的水可用于混凝土养护、场地洒水等施工环节，减少对外部水源的依赖，处理系统可根据水质变化自动调节过滤层级。雨水收集与利用能缓解施工期水资源压力。在施工场地周边设置集水沟与蓄水池，收集的雨水经简单净化后用于机械冲洗、绿化灌溉，降低对常规水资源的消耗，尤其在干旱季节可补充施工用水缺口，蓄水池内壁采用防渗材料减少水分渗漏，确保收集的雨水得到高效利用。

2.3 污染控制与节能减排

清洁能源应用中太阳能、风能逐步替代传统能源。施工现场安装太阳能板为照明设备、小型机械提供电力，风力发电机可配合储能设备稳定供电，减少柴油发电机的使用频率，降低废气排放，储能设备可平衡昼夜能源供应差异。低碳施工机械趋向电动化设备与低排放技术。电动挖掘机、装载机通过电池提供动力，运转过程中无废气排出。传统燃油机械采用尾气净化装置，降低有害物质排放浓度，减少对周边空气质量的影响，部分机械配备能量回收系统提高能源利用效率，让每一份能源都得到充分发挥。

2.4 噪声与扬尘动态管理

智能监测系统实时追踪污染源并自动调控。分布在施工区的传感器持续采集噪声与粉尘浓度数据，当数值超过设定范围时，系统会自动启动喷淋装置或调整机械运转功率，在污染扩散前采取控制措施，传感器布置密度随施工阶段动态调整。抑尘降噪材料中新型围挡与喷淋技术效果显著。特殊材质制成的围挡具有吸音与防尘功能，能阻挡粉尘扩散并吸收部分机械噪声。高压喷淋系统喷出的细密水雾可吸附空气中的粉尘颗粒，通过水汽阻隔降低噪声传播距离，水雾颗粒大小可根据粉尘浓度灵活调节，确保抑尘效果与水资源消耗达到平衡。

3 技术创新在环境保护中的实践路径

3.1 智能化监测与管理平台

物联网技术通过实时采集环境数据并预警风险。在施工区域布设的各类传感器，可捕捉水质变化、空气成分、噪声强度等信息，数据经传输网络汇聚至中枢系统，一旦某项指标偏离正常范围，系统会触发预警信号，提示相关人员采取应对措施[3]。这种实时监测模式能及时发现潜在环境问题，为快速干预提供依据。传感器可深入水下监测水温与溶解氧变化，也能安装在植被区追踪土壤湿度，全方位覆盖施工可能影响的环境要素。数字化施工管理通过优化工序减少环境负荷。借助三维建模技术模拟施工全过程，可提前识别可能引发环境干扰的环节，进而调整工序衔接顺序。例如合理安排土方开挖与植被恢复的时间节点，避免裸露土地长时间暴露引发水土流失，通过精准规划材料运输路线减少车辆往返频次，降低对周边道路沿线环境的影响。模型可模拟不同季节施工对周边生态的影响，据此选择环境扰动最小的时段开展关键作业。

3.2 模块化与预制化施工

减少现场作业量能降低生态扰动。将部分工程构件在工厂预制完成，运输至现场后直接组装，可大幅缩减现场浇筑、焊接等作业的规模。现场施工范围缩小，意味着对周边植被的砍伐、土地的碾压随之减少，施工产生的废弃物也相应降低，从而减轻对生态系统的干扰。预制构件在工厂生产时可采用封闭式作业，避免粉尘与噪声向外部扩散，运输过程中采用专用托架固定，减少构件碰撞损坏导致的材料浪费。标准化构件能提升资源利用率。按照统一规格生产的预制件，在设计阶段便考虑材料的循环使用，构件尺寸精度更高，安装时无需额外切割修整，减少材料损耗。拆卸后的构件经检查维护可再次投入其他工程使用，避免传统施工中大量材料一次性消耗造成的浪费。构件接口采用通用设计，不同工程间可灵活搭配组合，进一步拓展重复利用的场景。

3.3 绿色材料研发与应用

可降解材料能够替代传统塑料与化学制品。在施工中使用以植物纤维为原料的包装材料，废弃后在自然环境中可自行分解，不会像塑料那样长期残留污染土壤。混凝土养护过程中采用可降解薄膜覆盖，既能起到保湿作用，完成使命后又能逐渐融入环境，避免塑料薄膜清理不彻底带来的遗留问题。这类材料添加了天然催化剂，可根据环境温度与湿度调节降解速度，确保在使用周期内保持稳定性能。再生材料通过建筑垃圾资源化利用技术实现价值转化。施工产生的废混凝土经破碎、筛分后可作为骨料重新用于路基填充或混凝土制作，废钢材经熔炼加工能制成新的钢筋构件。这种循环利用模式使建筑垃圾不再是需要填埋处理的负担，转而成为可再利用的资源，减少对天然建材的开采需求。再生骨料可通过特殊工艺提升强度与耐久性，与新骨料混合使用时能保持结构整体稳定性。

3.4 协同治理机制

多学科交叉团队整合生态、工程与信息技术。生态领域人员熟悉当地生物习性与环境敏感点，可在施工方案设计中提出保护建议；工程技术人员掌握施工工艺与设备特性，能将生态保护要求转化为具体施工措施；信息技术人员则通过数字化工具实现各方信息共享与协同工作，形成覆盖施工全流程的环境保护合力。团队定期召开现场沟通会，结合实地观察到的环境变化调整技术应用方向，确保各领域专业知识高效融合。动态评估与

反馈根据环境变化调整施工方案。在工程推进过程中，定期对施工区域及周边环境进行评估，分析植被恢复状况、水质改善程度等指标。若发现某项措施效果未达预期，及时研究调整方案，例如增加喷淋设备数量控制扬尘扩散，或改变水生生物保护区域的警示标识设置方式，确保环境保护措施始终与实际环境状况相适配。评估过程中会关注动植物行为变化，据此判断生态系统对施工干扰的适应程度，为方案优化提供更细致的依据。

4 环境保护与技术创新的协同效应

4.1 经济效益与生态效益的平衡

长期成本降低体现在减少污染治理与生态修复投入。采用环保技术与创新工艺可从源头控制污染物产生，避免后期大规模治理污染的高额支出。例如应用先进的废水处理系统，施工过程中水质始终保持稳定，无需在工程结束后额外投入资金改善受污染水体[4]。生态友好型施工方式减少对周边环境的破坏，自然生态系统可自行维持平衡，不必耗费大量资源进行人工修复。材料循环利用技术让施工废弃物转化为可用资源，降低采购新物料的成本，减少废弃物堆放占用的土地费用。社会价值提升表现为增强企业环保形象与公众认可度。坚持将环境保护与技术创新结合的企业，其施工行为对周边社区影响较小，易获得当地居民理解与支持。环保措施到位的工程现场环境整洁，作业规范，能展现企业负责任的态度，这种正面形象有助于在市场竞争中获得更多合作机会，赢得更广泛的社会信任。周边社区因施工带来的环境干扰减少，与企业的互动更为融洽，为工程顺利推进创造有利条件。

4.2 推动行业可持续发展

形成可复制的绿色施工模式为行业提供示范。将环保理念与创新技术融入施工各环节，总结出一套完整的操作流程与管理方法，其他工程可参照实施。不同规模、不同类型的水利水电项目均可借鉴这些经验，根据自身特点稍作调整便能应用，使绿色施工理念在行业内快速传播与推广。这些模式涵盖从前期规划到后期验收的全流程，每个环节都明确环保与创新的结合点。促进产业链上下游技术升级带动整体进步。工程对环保材料与创新设备的需求，会推动供应商加大研发力度，生产出更符合要求的产品。上游材料生产商改进工艺，提供更环保的建材；下游设备制造商研发更高效的环保机械，这种产业链各环节的联动升级，会让整个行业的技术水平不断提升，朝着更可持续的方向发展。环保与创新的协同作用渗透到产业链每个环节，形成良性循环，推动行业长期稳定发展。上下游企业通过技术交流与合作，共同解决环保施工中的难题，加速新技术的实际应用进程。

结束语

水利水电工程施工中的环境保护与技术创新实践，是平衡经济发展与生态保护的重要路径。通过生态友好型技术、资源循环利用、污染动态管理及智能化手段的综合应用，不仅能降低施工对环境的负面影响，还能提升工程的经济与社会价值。未来，需进一步强化跨学科协作与产业链协同，推动绿色施工模式的标准化与规模化应用，为行业可持续发展注入持久动力。

参考文献

[1]吴霞.水利水电工程施工中的新技术及环境保护策略分析[J].门窗,2025(5):220-222.

[2]姚冬青.探究节能环保技术与水利水电工程施工的有效结合[J].砖瓦世界,2024(4):202-204.

[3]李仲全.水利水电工程施工中的新技术应用和环境保护[J].大科技,2024(4):61-63.

[4]焦科科,王建刚.水利水电工程施工中的环境保护与绿色施工技术研究[J].城市周刊,2024(50):117-119.