水利工程施工期污染防控技术应用

张银标

中国水利水电第七工程局有限公司　西藏　林芝　860514

摘　要：水利工程施工过程会对区域水土、大气及生态环境产生阶段性扰动，各类施工作业引发的污染问题直接影响工程区域生态稳定性。为有效弱化施工活动的环境负面影响，本文结合水利工程施工场景特征，系统梳理施工期主要污染类型与产生机理，针对性探究各类专业化污染防控技术的应用要点与适配场景，优化施工污染防控技术体系，旨在提升水利工程施工阶段生态环保管控水平，实现工程建设与生态保护的协同推进。

关键词：水利工程；施工期；污染防控；生态保护；环保技术

引言：水利工程属于基础建设项目，普遍存在施工周期久，作业覆盖面大，土石方作业量大的施工特点，施工开展的开挖、物料堆放、设备运转及废弃物排放等作业，都会持续扰动区域生态环境，产生水体、扬尘、噪声、固废等各类污染，这类污染存在临时、分散且不稳定的特征，容易引发生态失衡、植被受损等问题，依托科学的污染防控手段管控污染源头，是保障水利工程绿色施工的重要基础。

1 水利工程施工期主要污染类型及产生机理

水利工程施工期污染来源集中于现场作业全流程，不同施工工序对应的污染类型、产生形式和影响范围存在显著差异，核心污染类型可分为水体污染、大气污染、噪声污染及固体废弃物污染四类，各类污染的形成机理与施工作业深度绑定。水体污染是施工期最核心的污染类型，主要源于基坑排水、施工设备冲洗废水、混凝土拌合废水以及地表径流裹挟的泥沙污染物，施工扰动导致水体悬浮物浓度激增，水体透光性下降，会破坏水域原有生态结构。大气污染以扬尘污染为主，土方开挖、场地平整、物料转运堆放及渣土运输等作业，会产生大量悬浮颗粒物，同时施工机械燃油作业会排放微量气态污染物，造成局部大气环境质量波动。噪声污染主要由大型土石方机械、碾压设备、泵送设备作业产生，持续性高分贝噪声会改变区域声环境，影响周边生物栖息环境。固体废弃物污染多源于施工废弃土石方、建筑垃圾、废弃建材及施工生活垃圾，无序堆放会造成土壤表层结构破坏，同时易随雨水冲刷引发次生水土污染。各类污染相互关联、叠加影响，形成复合型环境扰动，只有精准掌握污染产生机理，才能实现防控技术的精准适配与高效应用[1]。

2 水利工程施工期污染防控核心技术体系

2.1 水体污染防控技术

施工期水体污染防控以减污、净水、控流为核心目标，聚焦施工废水、地表径流及泥沙扩散三大核心污染源开展技术管控。针对混凝土拌合、设备冲洗产生的施工废水，采用沉淀净化一体化处理技术，通过多级分级沉淀池结构，依托重力沉降原理去除废水中的泥沙、悬浮胶体等杂质，搭配水质调节模块优化水体酸碱度，实现施工废水的循环回用与达标排放，大幅减少废水外排带来的水体污染。针对基坑施工产生的浑浊排水，采用动态截流与沉降处理技术，在基坑周边设置封闭式截水沟与集水井，集中收集基坑排水后进行专项净化处理，避免浑浊水体直接汇入自然水域。针对雨季地表径流引发的泥沙污染，采用坡面防护与径流拦截技术，通过在施工边坡、裸露场地铺设防渗防护层，搭配生态拦截沟、缓冲带结构，有效截留径流泥沙，阻断泥沙向自然水体扩散，从源头控制水体悬浮物污染问题。

2.2 大气扬尘防控技术

大气污染防控核心为扬尘管控，结合水利工程露天作业范围广、扬尘源分散的特点，采用立体化、常态化扬尘防控技术模式。对于裸露土方、施工堆场等静态扬尘源，采用覆盖固化联合防控技术，通过防尘网全覆盖抑制表层土壤起尘，同时对长期裸露土体喷洒生态固化剂，固化土壤表层结构，提升土体抗风蚀能力，从源头减少扬尘产生。对于土方开挖、物料转运等动态作业扬尘，采用动态喷淋降尘技术，依托智能喷淋系统根据现场风速、扬尘浓度自动调节喷淋频次与喷淋范围，精准抑制作业过程产生的悬浮颗粒物。针对施工运输车辆扬尘，采用通道封闭净化技术，在施工出入口设置车辆冲

洗平台与防尘缓冲通道，彻底清理车辆底盘、轮胎附着的渣土，同时对施工运输道路定期进行洒水养护与抑尘处理，构建全路径扬尘防控体系，保障施工区域大气环境稳定[2]。

2.3 施工噪声防控技术

施工噪声具有瞬时性、高强度、集中性特征，防控技术以声源降噪、传播阻隔、区域缓冲为核心思路，实现噪声污染的梯度化管控。在声源管控层面，优先选用低噪声、低振动的新型施工设备，替换传统高噪声老旧设备，同时对高噪声作业设备加装减振、降噪防护装置，弱化设备作业过程的噪声产生强度，从源头降低噪声输出。在传播路径管控层面，采用隔声屏障与密闭围挡技术，在施工场界、临近生态区域设置装配式隔声围挡与柔性声屏障，利用屏障结构阻断噪声传播路径，削弱噪声扩散范围与传播强度。在作业管控层面，优化施工工序与作业时段，将高噪声土石方作业、机械碾压作业集中规划，避免高噪声作业全天持续开展，同时通过场地分区布局，将高噪声作业区域布置于远离生态敏感区的位置，利用场地空间形成天然降噪缓冲，最大限度降低噪声对区域生态环境的影响。

2.4 固体废弃物防控技术

固体废弃物防控秉持分类处置、资源化利用、无害化处理的原则，构建全流程固废管控技术模式。针对工程施工产生的废弃土石方、建筑垃圾等惰性固废，采用分级筛分、分类堆放、就地资源化利用技术，对符合填筑标准的弃土、碎石进行筛分处理，直接用于场地回填、边坡填筑等工序，实现固废资源化循环利用，减少固废外排堆放量。针对废弃建材、包装垃圾等轻型固废，采用分区收集、集中转运技术，在施工场地设置标准化分类收集点位，对不同类型固废进行分类收纳，定期完成集中清运处理，避免固废无序堆放。针对施工生活垃圾等易腐固废，采用密闭收集、专项处置技术，杜绝生活垃圾随意丢弃、填埋，防止有机物腐败引发的土壤与水体次生污染。同时通过场地规整、裸土覆盖等配套技术，消除固废堆放带来的连锁生态污染问题，实现施工固废的规范化、无害化管控。

3 施工期污染防控技术的精细化应用与优化策略

3.1 基于施工场景的防控技术精准适配

水利工程的各个施工单元，在作业形式、污染种类、污染程度上都有着明显区别，施工过程需要对应搭配不同的污染防控方案，以此规避统一化防控方式产生的管理缺陷与资源损耗。枢纽施工区域的施工内容繁杂，各类土方、混凝土及机械作业较为集中，很容易产生多种类型的污染，该区域可采用多种防控技术相结合的方式，在基坑、拌合站、施工平台等关键位置落实水质处理、降尘、降噪、废料处理等防控措施，全方位治理复合型施工污染。河道疏浚施工会强烈扰动水域环境，会造成泥沙悬浮污染，自然水域的生态敏感度较高，施工可采用水体净化、泥沙阻隔、生态缓冲等基础手段，缓解施工对水域生态的破坏，限制泥沙的扩散范围。渠道、堤防等线性施工区域覆盖范围广，作业点位较为分散，污染多呈点状、线状分布，可通过分段分区的管理模式，布设简易实用的水土、扬尘防控设施。山地施工区域地势起伏不均，结构稳定性偏弱，易出现坡面冲刷、扬尘扩散等问题，可结合地形布置固土、截流、围挡设施，能够有效提升防控工作的适配性与整体效果[3]。

3.2 施工全周期动态防控技术调控

水利工程施工分为前期场地平整、中期主体施工、后期收尾修整三个核心阶段，不同阶段的污染特征、污染强度差异显著，需结合施工进度动态调整防控技术方案，实现全周期闭环防控。施工前期以场地清理、土方开挖、场地平整作业为主，污染核心为水土流失与大面积扬尘，此阶段重点落地土体固化、坡面防护、全覆盖抑尘技术，提前构建污染源头防控体系，从施工初期弱化环境扰动，避免裸土长期暴露引发的持续性污染。施工中期为主体结构施工阶段，混凝土作业、机械作业、物料运输作业密集，水、气、声、固废各类污染集中爆发，污染强度达到峰值，需启动全方位、高强度的组合防控技术，升级水体净化处理设备、加密喷淋降尘频次、强化噪声阻隔防护、规范固废处置流程，全面把控各类污染扩散，适配高强度施工的环保管控需求。施工后期以场地修整、设备退场、废料清理作业为主，污染以残留固废、局部扬尘为主，逐步简化防控体系，聚焦场地清理、生态修复、裸土复绿等收尾防控技术，消除施工残留污染，修复施工扰动的场地生态环境。通过分阶段动态调控防控技术，匹配施工全流程污染变化规律，实现防控资源合理配置与防控效能最大化。

3.3 多技术协同防控体系构建

水利工程施工污染存在复合型、交叉性特征，单一防控技术仅能解决单一污染问题，无法应对多类型污染叠加的复杂场景，需构建多技术协同防控体系，实现各类防控技术的互补联动、高效配合。水土污染协同防控方面，将坡面固土、径流拦截、废水净化技术有机结合，在阻断地表泥沙污染的同时，实现施工废水的闭

环处理，既控制外源水体污染，又治理内源施工废水污染，形成水土一体化防控模式。扬尘与固废协同防控方面，将固废资源化处置、堆场覆盖、道路抑尘技术联动应用，通过规范固废堆放处置减少扬尘源头，依托扬尘防控技术弱化固废堆放、转运过程的粉尘扩散，实现固废管控与扬尘治理双向赋能。噪声与大气污染协同防控方面，通过优化设备布局、加装降噪降尘一体化防护装置，同步实现设备作业的噪声管控与尾气、扬尘管控，避免重复布设防控设施，节约施工管控成本。同时建立技术协同运行机制，统筹各防控模块的作业流程，避免不同防控技术相互干扰，形成全方位、立体化、一体化的污染防控格局，大幅提升整体防控效率[4]。

3.4 防控技术应用的节能优化升级

传统污染防控技术存在能耗偏高、设备利用率不足、运维成本较高的问题，在保障防控效果的基础上，需对防控技术进行节能化、精细化优化升级，实现绿色防控与低碳施工的融合发展。在扬尘防控技术优化方面，摒弃传统不间断喷淋作业模式，采用智能感应式喷淋防控技术，依托环境感知设备实时采集现场扬尘浓度、风速数据，自动启停喷淋系统并调节喷淋强度，按需开展降尘作业，大幅降低水资源与电力消耗。在水体防控技术优化方面，优化多级沉淀池结构设计，改进重力沉降流程，提升废水净化效率，同时完善废水循环回用系统，将净化后的水体用于场地洒水降尘、设备清洗、混凝土养护等工序，实现水资源闭环循环利用，减少水资源损耗。在设备降噪防控方面，通过优化设备运维技术，定期对施工机械进行检修保养，减少设备故障引发的异常噪声与能耗损耗，同时优化设备作业排布，减少设备空转时长，在降低噪声污染的同时实现节能降耗。在固废防控方面，深化资源化利用技术优化，细化固废筛分、再生处理工艺，提升固废资源化利用率，减少固废清运处置带来的能源消耗与二次污染，实现污染防控的低碳化、高效化运行。

3.5 防控技术落地的质量管控要点

防控技术的落地质量直接决定施工期污染治理成效，即便技术体系完善，若落地管控不到位，仍会出现防控漏洞、治理效果不达标的问题。因此，需强化防控技术全流程落地管控，规范技术操作标准、优化设施布设工艺、完善过程管控机制，保障各类防控技术稳定发挥效能。在防控设施布设阶段，严格结合场地地形、污染分布点位、施工工序规划布设方案，确保沉淀池、截水沟、隔声屏障、防护围挡等设施布设位置精准、结构规范、稳定性达标，杜绝随意布设、简易应付的问题，从硬件层面保障防控基础质量。在技术作业实施阶段，规范各类防控工艺的操作流程，明确扬尘喷淋、废水净化、固废筛分、噪声防护等作业的操作标准，避免人工操作不规范导致的防控效果弱化问题，保障技术应用的标准化、规范化。在日常运维阶段，建立常态化巡检与养护机制，定期排查防控设施的完好性、运行状态，及时修复破损围挡、堵塞截水沟、故障喷淋设备，保障防控系统持续稳定运行。同时结合施工工序调整、场地环境变化，及时优化防控技术应用方案，动态补齐防控短板，杜绝阶段性污染管控失效，全面保障施工期污染防控工作的长效落地[5]。

结束语：施工污染防控，是水利工程绿色施工的重要内容，也是协调工程建设与生态保护的关键方式。文章梳理了施工污染的产生特点，搭建了完整的防控技术体系，也结合施工场景与周期特点，优化了防控技术的应用方式，能够有效减轻施工带来的生态干扰，为水利工程绿色建设提供基础技术支撑。

参考文献

[1] 周飞羽. 施工期混凝土裂缝防控技术在水利水电工程中的应用方案 [J/OL]. 中文科技期刊数据库（文摘版）工程技术,2026,(3):050-053.

[2] 张翥轩, 严磊. 水土流失防控与生态修复技术在水利工程施工中的应用 [J/OL]. 中国科技期刊数据库工业C,2026,(7):029-032.

[3] 束同同, 谷爱霞. 基于绿色施工理念的水利工程施工期水环境保护技术研究 [J]. 当代农机,2026,(8):69-70.

[4] 方文夏. 水利工程施工期混凝土裂缝防控技术与效果验证 [J]. 安家,2026,(2):0112-0114.

[5] 廖强. 水利工程导流洞施工期封堵技术研究 [J/OL]. 中文科技期刊数据库（文摘版）工程技术,2026,(1):078-081.