

Environmental impact and prevention measures in the waste water treatment of water conservancy projects

Linlin Xu

Xinjiang Water Resources and Hydropower Survey, Design and Research Institute Co., Ltd., Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract

While promoting the allocation and utilization of regional water resources, the problem of waste water discharge has gradually become prominent, which poses a potential threat to the ecological environment. Waste sewage can be produced during both the construction period and the operation period of the project, with complex components and diverse sources. If improperly treated, it will cause irreversible effects on the surface water, groundwater, soil and ecosystem. The current physical, chemical and biological treatment methods alleviate pollution to some extent, but there are still problems such as low treatment efficiency, unstable operation and obvious environmental side effects. Some projects are still weak in the implementation of emission standards, facility management and technology matching, further aggravating environmental risks. In order to improve the governance level, green treatment technology should be introduced to strengthen the dynamic monitoring system, promote the establishment of regional cooperative joint prevention mechanism, control the environmental impact of waste sewage from the source, and realize the coordinated development of water conservancy projects and ecological environment.

Keywords

water conservancy project; waste sewage; environmental impact; treatment technology; prevention and control measures

水利工程废污水处理中的环境影响与防治措施

许琳琳

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

摘 要

水利工程在推动区域水资源配置与利用的同时, 其废污水排放问题逐渐凸显, 对生态环境构成潜在威胁。废污水在工程建设期与运行期均可产生, 成分复杂、来源多样, 若处理不当将对地表水、地下水、土壤及生态系统造成不可逆影响。当前采用的物理、化学及生物处理方法在一定程度上缓解污染, 但仍存在处理效率低、运行不稳定、环境副作用明显等问题。部分工程在排放标准执行、设施管理与技术匹配方面尚显薄弱, 进一步加剧了环境风险。为提升治理水平, 应引入绿色处理技术, 强化动态监测体系, 推动区域协同联防联控机制的建立, 从源头控制废污水的环境影响, 实现水利工程与生态环境的协调发展。

关键词

水利工程; 废污水; 环境影响; 处理技术; 防治措施

1 引言

水利工程作为国家基础设施的重要组成部分, 其在调蓄水资源、防洪灌溉及能源利用等方面发挥着不可替代的作用。随着工程规模的不断扩大, 工程建设与运行过程中产生的废污水数量迅速上升, 已成为影响水环境安全的重要因素。废污水中常含有悬浮物、有机物与化学添加剂, 处理不当将导致水体富营养化、土壤退化与生态系统失衡等系列问题。在国家生态文明建设背景下, 强化废污水治理已成为水

利工程管理不可回避的关键环节。本文围绕水利工程废污水的环境影响与防治路径展开系统研究, 旨在为相关工程的环境治理提供可行性技术支撑与政策参考。

2 水利工程废污水的成因与类型

2.1 建设期废污水的主要来源

水利工程施工阶段会伴随大量土石方开挖、混凝土搅拌及材料运输活动, 产生高浑浊度的泥浆水和含有化学外加剂的废水。施工设备的清洗与润滑过程释放油污水和机械废液, 生活区人员活动排放生活污水, 易含有高浓度有机物。雨水冲刷作业面和临时堆料场, 携带颗粒物与悬浮物进入排水系统, 加剧周边水体污染风险。

2.2 运行期废污水的产生机制

水利工程进入运行期后, 蓄水、泄洪及水力发电等环

【作者简介】许琳琳 (1986-), 女, 中国河北保定人, 硕士, 高级工程师, 从事水利水电工程环境保护设计、环境影响评价、环境监测研究。

节易诱发废污水产生。水工建筑物表面受风化、腐蚀作用,释放微量金属与混凝残渣进入水体。水流长期滞留区域易形成富营养环境,引发藻类大量繁殖,造成有机污染。设备检修和日常运维产生清洗废液与废润滑油,调度过程中操作系统的冷却水也可能成为污染源。

2.3 不同功能区废污水的成分特征

施工工地区域废水多以悬浮颗粒物与混凝土洗水为主,具强碱性、高浊度特征。设备集中区废水含油脂、有机溶剂与金属离子,具有显著毒性与腐蚀性。生活营地废水则含有氨氮、磷酸盐及细菌等指标,呈现生活污水典型污染特征。各区域废污水成分差异显著,需分类识别与定向治理以实现源头减排目标。

3 废污水处理过程中的环境影响分析

3.1 对地表水体的污染扩散作用

废污水若未经过有效处理即排入地表水体,将在短时间内引发污染扩散现象,破坏水体理化结构和生态功能。悬浮物在水中沉积于河床,导致底质恶化,降低水体透明度,影响光合作用进程。营养盐类大量汇入会引发蓝藻等藻类异常繁殖,形成水华,造成水中溶解氧含量迅速下降,威胁鱼类与底栖生物生存。有机物分解过程中持续消耗水中氧气,引发厌氧状态,加速污染物积累。部分化合物和毒性有机物难以被自然降解,将在水体中长期存在,造成慢性毒害效应。水动力条件较弱区域更容易形成污染滞留区,水质修复周期被大幅延长。持续性排放还将干扰自然水体自净机制,使污染呈现周期性反复,阻碍地表水环境质量的改善与维稳。

3.2 对地下水系统的渗透风险

水利工程废污水在蓄排、输送或储存过程中易通过地表裂缝、渗沟或不透水层缺陷逐渐渗入地下,形成潜在的污染迁移路径。难降解有机物及化学残留物进入含水层后,与原生水体成分发生复杂反应,改变水化学平衡,导致地下水中金属离子浓度异常,pH值失衡,硬度升高,影响水质安全。地下水一旦受到污染,由于渗透扩散速度慢、可视性差、修复周期长,使治理成本显著提升。污染在含水层中迁移过程中极易与不同地质介质发生吸附或再释放,造成污染范围不规则扩展,增加污染溯源难度。废污水长期渗透还会改变地下水动力系统,诱发水位波动甚至引发局部地基沉降,对地下结构和地面建筑构成威胁,增加区域水资源保护的难度与复杂性。

3.3 对土壤理化性质的破坏

废污水中的高浓度悬浮物、有机污染物及化学药剂在进入土壤后,迅速改变原有的土壤结构和理化特性,造成团粒结构松解与孔隙堵塞,影响土壤的通气性和保水性。碱性或酸性物质长期积聚会使土壤酸碱平衡被打破,引发酸化或盐渍化趋势,严重时导致土壤失去耕作功能。化合物在土壤中表现出高度稳定性和富集性,难以被植物吸收或降解,长

时间积累将破坏土壤微生物群落结构,抑制有益菌繁殖,减少养分循环效率。有机污染物在土壤中部分转化为次级毒性物质,扩大污染影响范围。废污水中含油成分还可能形成防水膜层,限制水分渗透与根系呼吸,破坏植物生长条件。土壤理化性质一旦遭受破坏,恢复周期长、技术门槛高,将对区域农业生产与生态恢复造成长期不利影响。

3.4 对区域生态系统的干扰

水利工程废污水中所携带的有毒有害物质在排放过程中不断积聚,对区域生态系统形成多层次干扰,影响生物多样性与系统稳定性。水体污染导致浮游植物光合作用受限,初级生产力下降,直接削弱食物链基础。水生动物因氧含量下降、化合物积累与毒素干扰而生理紊乱或种群锐减,部分底栖生物因栖息环境恶化而大规模消失,引发生态位空缺与链条断裂。湿地系统水质恶化影响候鸟迁徙路径与觅食活动,打破物种间协同关系。植被因土壤受污而出现枯萎或生长停滞,降低生态系统碳汇功能。生态系统在废污水压力下表现出恢复力减弱与抗干扰能力下降,若缺乏及时干预与修复,将陷入退化—失衡—崩溃的负向循环过程,最终演变为区域性生态退化热点。

4 现有废污水处理技术应用情况

4.1 物理处理技术的适用范围与局限

物理处理技术广泛应用于水利工程废污水的初级处理环节,其主要方式包括沉淀、过滤、离心与筛分等,通过机械作用去除悬浮物、漂浮物及部分颗粒污染物。此类方法结构简单、运行稳定,适用于含沙量大或含有大量可见杂质的水体,便于快速分离较大粒径的污染因子。该技术在施工现场与排水初期具有良好效果,能够减少后续处理负荷,提高系统运行效率。但由于无法有效去除溶解性有机物、化合物离子与微生物成分,处理水质难以达标,难以满足环保排放标准的要求。同时,部分高浑浊度废水在沉降过程中需添加助凝剂或借助多级沉淀装置,增加处理设施复杂性、占地压力。若水力波动剧烈或污染物粒径分布不均,物理处理效率显著下降,处理能力受限。物理法虽能作为预处理手段提升系统稳定性,但难以单独承担高负荷废污水的终端治理任务。

4.2 化学处理工艺的环境代价

化学处理工艺以氧化、中和、沉淀、混凝与消毒等方法为主,能有效降解有毒有害物质,广泛应用于处理含有机溶剂及难降解污染物的水利工程废污水。该类技术对去除目标污染物具有选择性强、反应迅速、处理彻底等优势,常用于强化处理阶段,提升出水达标率。然而,其环境代价不容忽视,反应过程中往往引入大量化学试剂,如强氧化剂、混凝剂与中和剂,部分药剂残留进入水体或土壤后可能产生二次污染。化学反应副产物成分复杂,部分沉淀物稳定性差,在特定条件下易重新释放污染因子。操作不当还可能因试剂

配比失衡导致排放水 pH 异常或毒性反弹,影响周边环境安全。化学法依赖试剂供应与人工操作,运维成本较高,处理过程中对反应条件的依赖性强,不适应水质波动频繁或成分复杂的废水场景,限制了其大规模应用的可持续性。

4.3 生物处理路径与控制难点

生物处理技术利用微生物代谢作用分解废水中的有机污染物,具备能耗低、运行经济、处理过程环保等特点,在水利工程废污水处理体系中占据重要地位。常见工艺包括活性污泥法、生物膜法与厌氧发酵法等,通过构建特定生态系统,实现污染物的稳定转化与降解。该技术适用于含有大量有机物、氮磷营养盐的废水,能在多级反应中实现净化目标。但生物法对水温、水质、溶氧及微生物种群结构敏感,系统运行控制难度较大,尤其在野外或气候多变条件下稳定性难以保障。部分消毒副产物及剧毒有机物对微生物具有抑制作用,易导致生物反应效率下降甚至系统崩溃。维持微生物群落活性需精准控制营养平衡与毒性负荷,管理复杂度高。污泥产量大且后续处置不当可能带来环境负担,成为制约其推广的重要因素。生物处理虽具发展前景,但仍需在系统韧性与过程调控方面进行技术优化。

5 废污水处理的环境防治措施优化路径

5.1 推进绿色处理技术的集成应用

绿色处理技术以资源节约、环境友好为核心理念,在水利工程废污水处理中具有广阔应用前景。通过低能耗、高效率的工艺组合实现污染物去除与资源回收的双重目标,推动生态协同与工程功能融合发展。技术集成可将膜分离、生物处理与人工湿地系统联合应用,形成多层次净化路径,提高水质达标率并延长处理系统使用寿命。在处理设施设计阶段引入模块化理念,便于根据水质变化快速调整工艺参数与运行模式,增强系统适应能力。绿色技术的推广需要结合工程类型与区域特点,因地制宜选择本地适配材料与运行方式,降低技术成本与维护难度。绿色工艺运行过程中的副产物控制需严密设计,防止新污染物生成或残留物二次扩散。通过政策引导与标准制定推动绿色技术在水利工程中的全流程嵌入,实现废污水处理从源头减排到末端净化的生态闭环。

5.2 加强全过程动态环境监控机制

废污水处理过程中的动态监控体系是实现精准防治与风险预警的关键环节,其核心在于覆盖水利工程全周期的监测数据采集、传输与响应能力。监控内容应涵盖水量变化、污染物浓度、处理系统运行状态与排放口水质等关键指标,构建多维数据体系支撑科学管理。通过设置分布式传感节点,建立实时数据采集网络,提升信息获取的广度与时效性。数据平台需具备异常识别、趋势分析与风险评估功能,便于

技术人员在污染负荷突变或设备故障时迅速采取干预措施。环境监控系统应与废污水处理装置形成联动机制,在参数超限时自动调整运行策略,减少人为干预带来的误差与延迟。全过程监控不仅提升了工程管理的透明度,也为环境执法提供了数据支撑。在制度层面推动监测标准统一、信息公开与责任追溯机制建立,有助于实现废污水处理的科学化、智能化与法治化。

5.3 构建区域联防联控的协同体系

水利工程废污水处理具有显著的空间关联性与系统耦合性,单一工程的独立治理模式难以覆盖流域范围内的污染扩散与生态影响,构建区域联防联控体系是实现治理效能最大化的关键路径。通过整合流域内各类水利工程、污水处理设施与排放单位,建立统一协调的管理平台,推动信息互通与资源共享。协同体系需明确各级责任主体的治理分工与协作流程,强化跨区域、跨部门的协同机制,提升区域整体应对能力。联动机制中应包含联合监测、污染溯源、应急响应与生态修复等多维模块,形成覆盖源头、过程与末端的综合防控格局。政策层面可通过流域共治激励机制,引导各主体参与联合治理,提高协同治理的积极性与执行力。在制度保障下推动治理标准、设施建设与运维模式的一体化发展,打破行政边界制约,实现废污水处理由分散管控向协同治理的系统性转型。

6 结语

水利工程废污水处理关涉生态保护与工程运行的双重需求,其环境影响具有隐蔽性与持续性,亟需科学治理与系统优化。在现有处理体系基础上,应进一步提升技术适配性与环境兼容性,推动绿色工艺在工程全周期中的集成应用。动态监控手段与数据分析机制的强化有助于实现精准响应与风险防控,提升治理的实效性与前瞻性。区域协同治理模式则为解决污染扩散与管理分割提供结构性路径,有利于构建资源共享、标准统一、责任明确的综合防治体系。通过技术、管理与制度的多维联动,可实现水利工程废污水由被动应对向主动控制的转变,促进工程建设与生态安全的协调共生,为水环境可持续发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 王文静.水电水利工程污水处理探讨[J].清洗世界,2025,41(01): 151-153.
- [2] 石健.面向水利工程污水处理工艺与给排水管网优化设计研究[J].水利科学与寒区工程,2024,7(12):9-12.
- [3] 申烨红,刘波波.水利工程移民安置区生活污水处理措施研究[A].2020中国环境科学学会科学技术年会论文集(第二卷)[C].中国环境科学学会:2020:792-796.
- [4] 金奔.水电水利工程的污水处理研究[J].水电站设计,2007,(03): 52-57.