

水利工程施工期对周边水环境的影响及保护措施研究

张浩瀚

河南省水利第一工程局集团有限公司 河南 郑州 450000

摘要:水利工程施工期对水环境的影响,涉及悬浮物、化学指标、水温溶解氧、底泥、水生生态好几个方面。现有的保护措施在悬浮物控制、废水处理、物料防渗、底泥扰动防控上已经有了一定体系,但针对性还不够强,监测精细化程度偏低,动态防控机制不完善,生态适配性也有欠缺。针对这些问题,需要从分阶段精准防控、构建精细化动态监测体系、优化施工工艺、完善全过程管控机制这几个方向去改进。

关键词:水利工程;施工期;水环境保护措施;动态监测;全过程管控

引言:水利工程施工期对周边水环境的影响,涉及悬浮物、化学指标、水温溶解氧、底泥、水生生态好几个层面。现有的保护措施在悬浮物控制、废水处理、物料防渗、底泥扰动防控上已经有了一定体系,但针对性还不够强,监测精细化程度偏低,动态防控机制不完善,生态适配性也有欠缺。迫切需要从分阶段精准防控、精细化动态监测、施工工艺优化、全过程管控机制完善这几个方面系统改进,把施工期水环境保护的科学性和实效性提上来。

1 水利工程施工期对周边水环境的负面影响

1.1 对水体悬浮物与浊度的影响

水利工程施工时,土石方开挖、围堰填筑与拆除、基坑排水这些作业会直接搅动水体,让大量细颗粒泥沙和黏土进到水里。这些固体颗粒悬浮在水里,水体的浊度就明显上去了。悬浮物浓度高了,水体透明度降低,光在水里的穿透能力减弱,浮游植物的光合作用也会受影响。高浊度的水体还能长时间维持悬浮状态,顺着水流往下游扩散,影响范围越来越大。施工结束后,一部分悬浮物会慢慢沉下来,但反复扰动可能造成二次悬浮,水质恢复的时间就拉长了。

1.2 对水体化学指标的影响

施工活动中,机械设备的燃油泄漏、混凝土拌和用水排放、施工材料堆放不当,都可能让水体的化学需氧量、酸碱度、营养盐浓度发生变化。混凝土养护过程释放出来的碱性物质会提高水体的酸碱度,改变水体的化学平衡。施工人员的生活污水要是处理不好,会增加水体里的有机物和氮磷含量,水体富营养化的风险就上来了。施工材料里可能含有的微量重金属,被雨水一冲就进了水体,改变原来的化学组成,对水质安全构成潜在威胁。

1.3 对水体水温与溶解氧的影响

水利工程施工时常要截流或者导流,这会改变原有水体的流动状态和水深分布。水流速度慢了或者流量重新分配了,水体的垂向混合能力就弱了,表层和底层的水温差变大。水流扰动减弱,或者施工期间大量悬浮物盖在水面上,都会阻碍大气中的氧往水体里扩散。施工排水可能把底层的缺氧水体直接带到下游去,造成局部溶解氧含量下降。溶解氧少了,水生生物的正常代谢活动受抑制,水体的自净能力降低,水质恶化的风险就高了。

1.4 对水体底泥环境的影响

施工期间,大型机械作业、基坑开挖、围堰拆除这些行为会强烈扰动河床或湖床,破坏原有底泥的结构和稳定性。底泥被翻起来以后,沉积物中长期固定的污染物比如重金属和有机质,会重新释放到上覆水体里,造成二次污染^[1]。底泥再悬浮还会改变底质的粒径组成,细颗粒物质被水流带走,粗颗粒留下来,底质类型分布就变了。扰动结束后,重新沉降的颗粒物形成新的底泥层,它的物理性状和化学特征跟原来的底质差别很大,影响底栖生物的栖息环境和生存条件。

1.5 对水生生态水环境载体的影响

水利工程施工直接改变了原有水域的地形地貌和水文条件,水环境作为水生生物生存载体的功能被削弱了。水体的物理和化学性质变差,水质综合状况下降,浮游生物、底栖动物、鱼类的适宜栖息空间都缩小了。水流状态变化和悬浮物增加,会干扰水生生物的摄食、繁殖和洄游行为,种群数量和生物多样性降低。水体自净能力和物质循环效率下降,水环境对外部干扰的缓冲能力进一步被削弱,水生生态系统的整体稳定性就受到了不利影响。

2 水利工程施工期水环境常规保护措施

2.1 水体悬浮物控制技术措施

在施工区域和水环境之间设物理屏障,比如围堰、

防污帘或者沉淀池,把高浓度悬浮物挡一挡,别让它往周边水体扩散。基坑排水和围堰内积水,先静置沉淀,或者加点絮凝剂让细颗粒快点沉下来,再往外排。施工方式上优先选对水体扰动小的工艺,比如分期导流或者水下开挖控制技术,从源头上减少悬浮物产生量。施工时序安排上,尽量避开高流量期或者水生生物敏感的活动阶段,降低悬浮物的扩散范围。定期清理围堰内沉积的泥沙,保持沉淀设施的有效容积,别让它满了溢出来造成二次污染。

2.2 施工废水收集与净化处理措施

施工过程中产生的各类废水,按污染程度和水质特征分开收集,别混在一起排,那样处理难度更大。建好排水沟渠和集水池系统,把混凝土拌和废水、机械冲洗废水、基坑排水都汇集到处理区域来。用物理沉淀、过滤、中和净化这些工艺,去掉废水里的悬浮物、碱性物质和油类污染物。处理达标后的废水,可以根据实际情况回用于施工降尘或者机械冲洗,减少外排总量。

2.3 施工物料防渗与防护管控措施

施工用的水泥、粉煤灰、化学外加剂、油料这些物料,要存放在专门建设的防渗仓库或者封闭料仓里,地面做硬化及防渗处理。物料堆放区周围设截水沟和围挡,防止雨水冲刷把污染物带出去^[2]。油料储存区域配防泄漏托盘或者围堰,再放几个空桶应急。物料运输车辆进出施工区前,车身和轮胎要洗干净,别把污染物带到周边水系里。施工现场实行分区管理,把物料周转区、废弃物暂存区、清洁区的边界划清楚,定期检查防渗设施有没有破损,发现破了及时修。

2.4 底泥扰动防控与修复预处理措施

施工前先把扰动区域的底泥分布和厚度调查清楚,划出底泥敏感区,优化施工路径,减少不必要的底泥翻动。水下开挖作业时用封闭式抓斗或者吸泥设备,降低底泥再悬浮的概率。有些底泥扰动实在避免不了,可以在作业区外围预先设防污帘或者气泡帷幕,限制悬浮底泥的扩散范围。施工过程中及时把扰动产生的泥浆清走,用管道送到岸上的沉淀池进行脱水固化处理。扰动结束后,在受影响区域投放底泥覆盖材料或者钝化剂,抑制底泥里的污染物向水体释放,给底栖生境的恢复创造条件^[3]。

3 现有水环境保护措施存在的短板与不足

3.1 污染防控措施针对性不足

当前水利工程施工用的水环境保护措施,大多是比较通用的技术方案,没有充分考虑不同施工阶段、不同水文条件、不同水环境敏感程度的差异。悬浮物控制

这块,多数工程只靠简单的沉淀或者围挡设施,对细颗粒黏土和胶体物质的去除效果有限。那些含碱性物质或者微量重金属的施工废水,常规处理工艺的去除能力不够,部分特征污染物还是可能随排水进到受纳水体里。不同施工区域的底泥类型和污染物赋存状态不一样,现有措施缺乏针对特定底质条件的精细化调整能力,导致保护效果参差不齐,不是所有施工场景下都能实现稳定的水环境安全保障。

3.2 水环境监测体系精细化程度低

现有施工期的水环境监测体系,时空分辨率明显不够。监测断面布设偏少,位置又固定,很难捕捉到施工扰动引起的短期水质波动和局部污染高值区域。监测指标大多集中在常规理化参数上,施工活动可能引入的特征污染物缺乏专项检测安排,部分污染风险就被低估了。采样频率普遍偏低,一个月甚至一个季度才一次,根本反映不出施工强度变化跟水质响应之间的动态关系。在线监测设备覆盖范围有限,数据采集和传输有滞后,现场快速检测能力也弱。监测数据大多是静态记录,缺乏系统性的数据挖掘和趋势预警功能,难以为施工管理提供精准及时的水质变化信息。

3.3 全过程动态防控机制不完善

水利工程施工周期长,各阶段扰动强度差别大,现有的水环境保护措施往往是静态部署,缺乏随施工进度动态调整的响应机制。工程前期对水环境的基线调查不够充分,保护目标的设定缺乏科学依据。施工过程中,各作业面之间的水环境管理缺乏有效衔接,上游扰动产生的污染负荷可能叠加在下游作业区,但现有的管理机制很难实现分段责任的明确划分。水文条件变了或者施工方案调整了,原有的保护措施没跟着同步优化,防护能力就下降了^[4]。施工结束后,部分工程缺乏系统的水环境恢复评估和后续维护安排,措施停了以后可能出现的二次污染或者恢复缓慢的问题,没有得到有效应对。

3.4 生态适配性保护技术应用欠缺

现有的水环境保护措施主要围着污染物控制转,对施工扰动下水生生态系统的实际保护需求考虑不够。技术方案的设计和 implementation,很少结合工程所在水域的生物组成特征和生态敏感时段,保护措施跟当地水生生物的生活节律脱节了。在悬浮物控制和底泥扰动防控方面,现有技术以降低污染物浓度为直接目标,但没有同步评估对浮游生物、底栖动物、鱼类栖息地的间接影响。工程结束后,水环境的理化指标虽然能恢复,但生物群落结构的复原周期往往更长,说明以常规水环境指标为导向的保护措施,很难保障生态功能的完整恢复。

4 水利工程施工期水环境保护优化策略

4.1 分施工阶段精准防控污染

根据水利工程施工准备期、主体工程施工期、工程完建期的不同特点,分别制定差异化的水环境污染防治方案。施工准备期重点做水环境本底调查,摸清敏感水域分布和污染物背景值,给后续防控提供一个基准依据。主体工程施工期,按土石方开挖、围堰填筑、基坑排水、混凝土浇筑这些不同作业类型,分别采取针对性的悬浮物拦截、废水收集、底泥扰动控制措施,别搞统一模式,那样要么防护不够,要么浪费资源。工程完建期逐步拆除临时设施,对受影响区域分期清理和恢复,防止拆除作业造成新的水质恶化。

4.2 构建精细化水环境动态监测体系

在施工区上游对照断面、施工核心作业区、下游影响衰减区,布设加密监测断面。重点扰动区域再增设横向剖面监测点,实现三维空间上的水质变化追踪。监测指标在常规理化参数基础上,增加施工特征污染物项目,根据不同阶段调整监测重点。提高监测频率,强扰动作业期间实行每日采样或者在线连续监测,及时抓住水质波动峰值。推广应用原位监测设备,实时获取浊度、溶解氧、酸碱度这些快速响应指标的数据。建一个监测数据管理平台,对历史数据和实时数据做趋势分析,设定分级预警阈值。监测值接近或者超过阈值时,自动提醒管理人员,给防控措施的动态调整提供科学依据。

4.3 优化施工工艺降低水环境扰动

优先选对水环境影响小的施工技术和装备。水下作业用封闭式抓斗或者气升式吸泥设备,减少底泥再悬浮的总量。围堰填筑和拆除过程中控制好作业速度,用分期分块的方式进行,别一次性大面积扰动水体^[5]。基坑排水前留够静置沉淀时间,要是想加快沉淀,可以投加环境友好型的絮凝辅助物质。混凝土施工用商品混凝土或者集中拌和的方式,减少现场散装水泥和粉煤灰的扬尘与溢撒。施工

机械定期维护保养,防止燃油和润滑油渗漏。

4.4 完善水环境全过程管控机制

建立一个覆盖施工前、施工中、施工后全周期的水环境管理体系,把各阶段的管理目标、责任主体、操作流程都明确好。施工前组织开展水环境风险评估,识别潜在污染源和敏感受体,制定对应的预防性措施清单。施工过程中实行分区管理责任制,把施工区域划成若干环境管理单元,每个单元指定专人负责日常巡查和设备维护。建立施工活动与水环境监测数据的联动响应制度,监测指标一出现异常波动,就立即暂停相关作业并排查原因。施工结束后编制水环境恢复评估报告,对比施工前后的水质和底泥变化,确认保护措施有没有效果。

结束语:水利工程施工期对水环境的影响,涉及悬浮物、化学指标、水温溶解氧、底泥、水生生态好几个方面。现有的保护措施虽然有了一定体系,但在针对性、监测精度、动态防控、生态适配性上,短板还是比较明显。通过分阶段精准防控、构建精细化动态监测体系、优化施工工艺、完善全过程管控机制,可以系统性地把施工期水环境保护的科学性和实效性提上来,让工程建设与水生态安全真正协调统一起来。

参考文献

- [1]张瑜.水利工程施工期对周边水环境的影响及保护措施研究[C]//2025工程技术应用与管理交流会论文集.2025:1-3.
- [2]徐光.滁河综合整治工程及其对水环境的影响分析[D].江苏:江苏大学,2009.
- [3]李鹏.水利工程施工建设对周边水环境的影响研究[J].工程技术创新与发展,2025,3(12).
- [4]任浩楠,祝诗学.水利工程施工建设对周边水环境的影响研究[J].建筑工程技术与设计,2021(35):1158-1159.
- [5]马振平,郑庆贵.水利工程施工中的环境保护措施研究[J].现代工程科技,2025,4(15):145-148.