

给水排水工程施工中水污染防控技术的实践研究

杨婉朋

440681*****2610

摘要: 随着城市化进程加速和环保要求日益严格,给水排水工程施工过程中的水污染防控已成为工程建设领域的重要课题。笔者根据自身工作经验,系统分析了施工期水污染的主要特征,探讨了物理防控技术、化学处理方法和生物生态措施三大类防控技术的原理与应用特点。提出了全过程防控体系构建方法,涵盖规划设计阶段、施工实施阶段和竣工验收阶段的关键控制点。通过技术经济性比较和适用性分析,论证了不同防控技术的组合应用策略,希望能够为给水排水工程施工水污染防控提供解决方案的思路。

关键词: 给水排水工程; 施工水污染; 污染防控技术; 全过程管理; 生态保护; 水质保护

DOI: 10.69979/3029-2727.25.08.066

引言

当前,给水排水工程施工水污染防控面临诸多挑战。一方面,施工场地通常处于开放或半开放状态,污染源分散且流动性强,增加了防控难度;另一方面,施工工艺复杂多样,不同工序产生的水污染物种类和浓度差异显著,需要针对性地采取防控措施。此外,施工周期长、受气候条件影响大等特点,也对水污染防控技术的适应性和稳定性提出了更高要求。

传统的水污染防控方法往往侧重于末端治理,忽视源头削减和过程控制,导致防控成本高而效果有限。现代环境工程理念强调全过程、系统化的防控策略,通过优化施工工艺、改进管理方法和创新技术手段,实现水污染的高效防控。本文将从技术原理、管理方法和工程实践等角度,深入探讨给水排水工程施工中的水污染防控体系,为相关工程的环保施工提供理论指导和技术参考。

1 施工水污染的主要类型及特征

给水排水工程施工过程中产生的水污染具有多样性和复杂性的特点,根据污染物的来源和性质,可将其分为三大类:施工工艺废水、地表径流污染和地下水环境影响。施工工艺废水主要包括基坑排水、管道试压废水、设备清洗废水等,这类废水通常含有高浓度悬浮物、油脂和少量化学添加剂,水质水量波动较大,具有间歇性排放的特征。地表径流污染主要来自降雨冲刷施工裸露地表携带的泥沙、建筑材料和土壤中的污染物,其污染负荷与降雨强度、地表覆盖情况密切相关,呈现明显的季节性变化规律。地下水环境影响主要指施工活动改

变地下水水流场或破坏隔水层,导致地下水污染扩散或水质恶化的现象,这类影响具有隐蔽性和滞后性,治理难度较大。

施工水污染的特殊性还表现在空间分布的不均匀性和时间上的不连续性。不同施工阶段主导污染源各异,如土方开挖阶段以泥沙污染为主,管道安装阶段则可能产生油类污染,而设备调试阶段则可能出现化学药剂污染。这种时空变化特征要求防控措施必须具备针对性和灵活性,能够适应施工进程的动态调整。

2 水污染防控技术体系研究

2.1 物理防控技术与工程措施

物理防控技术是给水排水工程施工水污染防控的基础手段,主要通过物理阻隔、沉降分离等方法去除或控制污染物。场地围挡与防渗系统是防止污染物扩散的第一道防线,采用防渗膜铺设配合硬化地面,可有效减少污染物向地下水的渗透。雨水径流控制系统包括临时排水沟、沉淀池和过滤设施等,能够拦截大部分悬浮固体和部分溶解性污染物。对于高浊度施工废水,多级沉淀技术经济实用,通过设置串联沉淀池并优化水力条件,可使出水悬浮物浓度降至 50mg/L 以下。

泥沙控制是给水排水工程土方施工阶段的关键任务。除常规沉淀法外,新型的絮凝沉淀技术通过投加环保型絮凝剂,可显著提高细颗粒物的去除效率,缩短沉淀时间。离心分离和过滤技术适用于场地受限的情况,虽然设备投入较高,但处理效果好且占地小。针对管道冲洗和试压废水,可采用移动式处理设备实现就地处理回用,减少新鲜水消耗和废水排放量。物理防控技术的

优势在于操作简单、运行稳定，不足之处是对溶解性污染物去除效果有限，通常需要与其他方法联合使用。

2.2 化学处理方法与应用策略

化学处理方法主要针对物理技术难以去除的溶解性污染物，通过化学反应改变污染物形态或性质，使其转化为无害或易于去除的物质。中和处理是应对混凝土养护等碱性废水的常用方法，通过投加酸性药剂调节pH值至中性范围，避免对受纳水体生态系统造成冲击。氧化还原技术适用于处理含油废水和小分子有机污染物，如采用臭氧或过氧化氢等氧化剂分解顽固有机物，提高废水可生化性。

混凝沉淀是化学处理的核心工艺，通过投加铝盐、铁盐等无机混凝剂或有机高分子絮凝剂，使胶体颗粒脱稳聚集形成较大絮体，加速沉降分离。药剂选择需要考虑废水特性、处理目标和成本因素，如高浊度废水宜选用聚合氯化铝等无机混凝剂，而低浓度有机废水则可尝试复合型絮凝剂。化学处理系统的设计要点包括药剂投加量精确控制、混合反应条件优化以及污泥处置方案等，这些因素直接影响处理效果和运行经济性。

化学处理方法虽然效率高、见效快，但也存在二次污染风险，如药剂残留和污泥处置问题。因此，在实际应用中应遵循“适度使用、精准投加”的原则，优先选择环境友好型药剂，并做好后续处理环节的衔接。此外，化学处理方法通常作为预处理或深度处理单元，需要与其他技术组合形成完整处理链条，才能实现最佳防控效果^[1]。

2.3 生物生态措施与可持续防控

生物生态措施利用微生物或植物的代谢作用去除污染物，具有环境友好、运行成本低的优势，在给水排水工程施工水污染防治中逐渐得到重视。人工湿地技术是典型的生态处理方法，通过基质-植物-微生物的协同作用，可有效去除悬浮物、氮磷营养盐和部分有机污染物。针对施工场地的临时性特点，可采用模块化组装式人工湿地，施工结束后便于拆除和异地复用。

生物接触氧化和膜生物反应器等高效生物处理技术适用于有机物浓度较高的施工废水，如生活污水和食堂废水等。这些技术通过富集高浓度微生物群体，加速污染物降解，出水水质稳定可靠。对于含油废水，生物降解配合曝气搅拌可显著提高处理效率，关键控制参数包括溶解氧水平、污泥浓度和停留时间等。

生态防控的核心理念是模拟和强化自然净化过程，实现污染控制与生态修复的有机结合。在给水排水工程施工中，可结合场地条件构建植被缓冲带、生态护坡等设施，既控制水土流失又美化施工环境。生物生态措施的不足之处是占地面积较大，受气候条件影响明显，在寒冷季节处理效果可能下降，因此需要根据工程实际情况合理设计和应用。

3 全过程防控管理体系构建

3.1 规划设计阶段的预防性措施

水污染防治应从给水排水工程的规划设计阶段开始，通过源头预防减少后续施工环境风险。选址布局优化是首要环节，应尽量避免在环境敏感区设置施工营地、料场等高污染风险设施，合理规划施工便道和排水路径，减少对自然水系的扰动。工艺方案比选时，在满足技术要求的前提下，优先选择产生水污染少的施工方法，如非开挖技术替代明挖敷管、预制装配替代现场浇筑等^[2]。

施工组织设计中的环保专项方案至关重要，需要明确水污染防治目标、技术路线和保障措施。重点包括：施工分区管理策略，划分污染防治重点区和一般控制区；水平衡分析，优化用水流程和废水回用方案；临时环保设施设计，如沉淀池容积计算和布局规划等。此外，还应编制应急预案，针对可能发生的突发水污染事件，制定快速响应和处置措施，最大限度降低环境影响。

3.2 施工实施阶段的动态管控

施工阶段的水污染防治关键在于过程控制和精细管理。建立分级管控制度，根据工程进展和季节变化调整防控重点，如雨季加强地表径流控制，管道试压阶段重点关注化学药剂管理等。实施现场监测预警机制，定期检测排水水质，设置关键指标超标报警阈值，及时发现和解决污染问题。

清洁施工是减少水污染的有效途径，包括材料精准计量减少浪费、设备定期维护防止漏油、作业面及时清理避免雨水冲刷等具体措施。推行水资源循环利用模式，如基坑排水经处理后用于降尘洒水，混凝土养护废水回收用于骨料冲洗等，既减少新鲜水消耗又降低废水排放量。

施工人员环保意识和技能培训也不容忽视。通过定期教育和考核，使一线作业人员掌握正确的环保操作要领，如化学品安全使用、应急设备操作等。同时，建立环保奖惩制度，将水污染防治表现纳入绩效考核，调动

全员参与环保的积极性。

3.3 竣工验收阶段的评估与修复

工程收尾阶段的水污染防治工作同样重要。施工临时设施拆除过程中，需制定专项环保方案，防止残留污染物进入环境。如沉淀池污泥的安全处置、化学药剂的规范清理等。场地恢复应达到环保验收标准，重点检查有无隐蔽污染源和生态破坏问题。

水环境影响后评估是竣工验收的必要环节，通过对施工前后水质监测数据，客观评价防控措施的实际效果。对于可能存在的遗留环境问题，如局部地下水污染或土壤复合污染，应采取修复措施，确保不会对周边水环境造成长期不利影响^[3]。

资料归档和经验总结为后续工程提供参考。完整记录施工期水污染防治的技术参数、管理方法和实际效果，分析存在的问题和改进方向，形成可复制推广的典型案例。这种知识积累和传承机制，有助于不断提升行业整体的水污染防治水平。

4 技术集成与优化策略

4.1 防控技术的组合应用与创新

给水排水工程施工水污染防治需要多种技术的组合应用，形成优势互补的完整防控链条。技术集成的基本原则是：源头控制优先、分级处理到位、回用处置结合。例如，对于含泥沙废水，可采用“沉淀-过滤-消毒”工艺路线；对于复杂成分废水，则适合“物化预处理-生物处理-深度净化”的多级处理模式。

技术创新是提高防控效果的重要途径。智能化监测控制系统通过在线水质传感器和自动加药装置，实现处理工艺的精准调控，保证出水水质稳定达标。新型环保材料的应用，如可降解絮凝剂、生物填料等，既能提高处理效率又降低二次污染风险。工艺设备的小型化和模块化设计，则增强了临时处理设施的适应性和机动性，更适合施工场地的特殊需求。

技术经济分析是选择防控方案的科学依据。通过全生命周期成本评估，综合考虑建设投资、运行费用、维护成本和环境效益等因素，选择性价比最优的技术组合。一般而言，物理法运行简单但处理程度有限，化学法效率高但成本较高，生物生态法运行费用低但占地面积大，需要根据工程实际情况权衡取舍^[4]。

4.2 管理体系的完善与提升

完善的管理体系是水污染防治技术有效实施的保障。标准化建设是基础工作，制定覆盖各施工环节的水污染防治操作规程，明确技术参数和质量标准，使现场操作有章可循。信息化手段可提高管理效率，如建立施工环保管理平台，实现监测数据实时传输、异常情况自动报警和远程指挥调度。

风险管理机制有助于防范重大水污染事故。通过系统的风险识别、评估和控制程序，提前排查潜在隐患，采取针对性预防措施。应急能力建设同样重要，配备必要的应急物资和设备，定期开展演练培训，确保突发事件得到及时妥善处置。

持续改进机制推动防控水平不断提升。建立施工环保绩效评价体系，定期审核水污染防治效果，分析存在问题并制定改进措施。积极参与行业交流和技术培训，学习借鉴先进经验，不断优化自身管理体系。此外，鼓励技术创新和管理创新，对于行之有效的新方法新模式及时总结推广，促进全行业共同进步。

5 结论与展望

综上所述，给水排水工程施工水污染防治是一项系统工程，需要技术措施与管理手段的协同发力，管理体系的完善对防控效果具有决定性影响。通过规划设计阶段的科学决策、施工阶段的精细管控和竣工阶段的全面评估，形成闭环管理流程，确保各项技术措施落实到位。标准化、信息化和风险管控等现代管理方法的引入，进一步提升了水污染防治的可靠性和效率。

参考文献

- [1] 郭万珍. 渠道工程施工期间周边水环境污染防治技术研究 [J]. 环境科学与管理, 2024 (9): 97-101.
- [2] 周春华. 水利工程施工中的废水多种污染物质处理方法与原理研究 [J]. 环境科学与管理, 2022 (3): 62-66.
- [3] 赫俊国, 何卓义, 李晓斌, 等. 常规-臭氧活性炭工艺对南方典型受咸潮影响原水处理效能分析 [J]. 给水排水, 2022 (4): 65-70.
- [4] 周蓉, 王绍贵, 闫新秀, 等. 练江流域水污染治理工程设计咨询实践与思考 [J]. 中国给水排水, 2022 (20): 41-47.