

市政污水处理尾水回用系统的设计思路

时光

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

【摘要】：随着城市化进程的加快，市政污水处理厂的运行效率和稳定性作为环境保护的重要环节，处理尾水回用已成为缓解水资源短缺、提升水资源利用效率的重要途径。以下从设计基础与前提分析入手，聚焦核心设计环节与技术选型，构建设计优化及保障体系，全面阐述市政污水处理尾水回用系统的设计思路，为推动尾水资源化的利用，促进生态环境保护以及水资源可持续发展提供参考。

【关键词】：市政污水处理；尾水回用系统；设计思路

DOI:10.12417/2811-0528.26.07.020

在全球水资源紧张与城市化迅速推进的双重背景下，城市污水排放量持续攀升，增添了水资源的消耗压力，还会给生态环境埋下潜在隐患。我国多数城市面临着水资源不足与水环境污染的双重困境，以往的水资源开发模式难以满足城市发展要求，市政污水处理尾水作为一种可循环利用的“第二水资源”，其回用价值愈发凸显。尾水回用不但可降低污水排放对环境的污染，还能补充工业、市政绿化、景观用水等缺口，做到水资源的循环再生。而尾水回用系统设计的科学性，直接决定回用效率、水质稳定性和运行经济性，全面探讨市政污水处理尾水回用系统的设计办法，明确设计核心环节与保障规则，对推动水资源的高效利用、促进节水型社会的建设有重要意义。基于此，本文对设计基础前提、核心技术选型、优化保障体系等进行分析，为尾水回用系统的合理设计给予理论与实践支撑。

1 设计基础与前提分析

设计基础与前提分析，是市政污水处理尾水回用系统科学搭建的核心前提，需立足实际需求以及客观条件形成系统认知。首先，需开展全面的基础调研，准确把握污水处理厂尾水的水量、水质属性，包括COD、氨氮、总磷等关键指标的起伏范围，同时明确尾水回用目标场景，如工业冷却需求、市政绿化需求、景观补水需求等，不同的回用场景对水质、水量的要求各不相同，成为后续设计的核心参照。其次，要切实对标合规要求，对国家及地方尾水回用的水质标准、排放标准和相关规范进行梳理，保证设计方案符合环保与水资源管理的强硬要求。此外，还需结合城市规划与地形条件，对回用管网敷设的可行性、输水距离及能耗成本进行分析，同时评估尾水产量与回用需求量的供需平衡关系，防止系统设计与实际应用出现分离^[1]。

2 核心设计环节与技术选型

(1) 尾水深度处理工艺路线设计与优化

尾水深度处理工艺路线设计及优化需以回用水质目标作

为关键核心，结合原尾水水质特性与经济性需求科学选型。针对各类回用场景，工艺路线应实施差异化设计：若应用于市政绿化、道路冲洗，可采用“混凝沉淀+过滤”组合工艺，借助混凝剂的吸附作用去除悬浮颗粒及部分胶体污染物，后续借助石英砂过滤进一步提升水质，此工艺成本较低、运维简便；若应用于工业冷却或景观补水，需强化脱氮、除磷以及微量污染物的去除操作，可考虑采用“MBR膜生物反应器+臭氧氧化”工艺，MBR膜可实现对微生物与污染物的高效截留，臭氧氧化可将难降解有机物分解，实现除臭脱色效果，维持出水稳定性；若进行饮用水备用水源回用，需采用“超滤+反渗透”双膜工艺，做到对重金属、病毒细菌等的深度截拦。工艺优化需聚焦节能降耗，可借助设置水质预判模块动态地调整药剂投加量，采用变频控制方式调节设备运行负荷，与尾水余热回收系统结合以降低能耗，实现处理效果与经济合理性的平衡。

(2) 回用系统管网布局与构筑物设计

回用系统管网布局以及构筑物的设计应遵循“就近回用、分质供水、安全可靠”原则，兼顾工程实施可行性与运行效率。管网布局方面，应当结合城市规划跟回用点分布，采用“环状+枝状”混合管网模式，环状管网维持核心回用区域供水的稳定，枝状管网往分散回用点进行延伸，减少输水距离进而降低能耗；同时需设置独立管网系统，绝对禁止和自来水供水管网交叉混合连接，在管网关键位置安装倒流防止器、排气阀和排污阀，防止水质被污染。构筑物设计的核心是匹配水量波动与水质保障的要求，调蓄池需按照尾水产量与回用需求的差异设计恰当的容积，一般按24到48小时最大回用水量核算，维持枯水期供水稳定；加压泵站需采用高效节能的变频水泵，按照管网压力动态调节供水的流量，降低运行能耗；消毒构筑物宜选用紫外线消毒或者次氯酸钠消毒工艺，紫外线消毒不产生二次污染的后果，适用于景观与绿化的回用场景，次氯酸钠消毒的持续杀菌成效好，可用于工业回用场景，同时需装设消毒余量监测模块，保障消毒效果^[2]。

(3) 水质监测与智能调控系统集成设计

水质监测和智能调控系统的集成设计是保障回用系统稳定运作、水质达标的关键支撑,需达成“实时监测、精准调控、智能预警”的主要目标。水质监测系统应依据回用场景的不同特性差异化设定监测指标与点位:核心监测指标中有COD、氨氮、总磷、浊度、余氯等,工业回用场景需另外对硬度、电导率等指标实施监测;监测点位覆盖范围有尾水进水口、深度处理各单元出水口、回用管网末端,采用在线监测仪进行24小时不间断监测,数据即刻上传至控制中心。智能调控系统以监测相关数据作为基础,构建联动控制模块:要是有一项指标超标,系统自动触发预警并调整相应工艺参数,如增多混凝剂的投放量、加大臭氧氧化的力度等;依靠物联网技术做到对水泵、风机、消毒设备等关键设备的远程控制,基于水量的变化动态调整设备运行的负荷;同时把能耗监测与成本核算模块进行集成,实时对处理单位水量过程中的能耗和药剂消耗做统计,为工艺的优化提供数据支撑。系统应具备数据存储及追溯功能,按时形成水质与运行情况相关报告,便于实施运维管理与合规核对,通过智能化集成设计手段,提高系统运维效率。

3 设计优化与保障体系构建

开展设计优化与保障体系构建是提升尾水回用系统综合效益、保障长期稳定运行的关键举措。设计优化应聚焦全流程的协同配合,针对深度处理、管网输送等核心要点,构建动态

优化体系:采用模拟不同工况状态下的处理效果与能耗数据,逐步细化工艺参数阈值,实现药剂添加、设备运作的精准契合;结合当下城市发展规划预留管网扩展接口,采取模块化的构筑物设计模式,增强系统适配未来回用需求的灵活水平^[3]。保障体系应搭建“技术-管理-安全”三维架构:技术保障方面,设立工艺升级与设备维护档案,按期开展技术总结与升级改良,采用成熟的新技术提升处理效率;管理保障层面,完善运维管理相关制度,明确各个岗位的职责,着重开展运维人员专业技能培训,构建常态化的巡检与应急处理流程;安全保障维度,优化水质安全预警机制,增配应急旁路及备用处理单元,遏制水质超标相关风险,优化管网安全监测体系,实时监测管网压力和泄漏现象。通过设计优化与全维度保障体系相整合,实现尾水回用系统高效、安全运行。

4 结语

综上所述,市政污水处理尾水回用系统设计是一项系统工程,需以对设计基础前提的分析为支撑,精准抓住核心设计环节及技术选型要点,完善设计优化与保障体系。科学合理的设计思路不仅能提高尾水回用效率及水质安全性,还能降低运行成本,推动尾水资源化利用的大规模发展。未来,需进一步结合技术创新与实际需求,优化设计途径,充分发挥尾水回用在缓解水资源短缺、保护生态环境中的关键作用,助力达成水资源的可持续利用与城市绿色发展。

参考文献:

- [1] 吴娇.上海某污水处理厂碳排放分析及减碳路径探索[J].净水技术,2023,42(S1):135-140.
- [2] 房群莉.工业污水处理再生利用工程设计案例探析[J].皮革制作与环保科技,2023,4(11):15-17.
- [3] 沈正栋,王振中,沈俊宏,等.开发区污水处理组合工艺系统及尾水再生回用[J].中国给水排水,2023,39(04):90-95.