

市政给排水设计中污水处理技术要点分析

闻 明

济南市市政工程设计研究院(集团)有限责任公司湖北分公司 湖北 武汉 430050

摘要: 市政给排水系统包括给水与排水系统,前者旨在稳定供水,后者保障排水安全。污水处理技术是市政排水系统末端治理关键环节,包括物理、化学、生物及膜分离等技术。设计时要考虑多技术协同、抗冲击负荷及资源化利用。实施时要做好施工阶段质量控制、调试阶段技术校准及运行阶段维护策略,包括管道安装、活性污泥培养、曝气系统维护等,确保系统稳定高效运行。

关键词: 市政给排水;污水处理技术要点;多技术协同路径

引言:市政给排水系统作为城市基础设施的关键构成,关乎水资源合理利用与城市生态安全。其中,污水处理技术是保障系统功能的核心支撑,其涵盖物理、化学、生物及膜分离等多种技术。在市政给排水设计中,需精准把握各类污水处理技术要点,通过多技术协同、抗冲击负荷设计及资源化利用等整合优化措施,并从施工、调试、运行阶段实施全面保障,以实现高效、稳定、可持续的污水处理目标。^[1]

1 市政给排水系统与污水处理技术基础定位

1.1 市政给排水系统功能框架

给水系统以稳定供给合格水资源为核心,水源取水环节聚焦合理开采与初步净化,输配水管网注重布局合理与运行高效,水压调节设施动态调控管网压力,三者协同构建从源头到终端的连续供水体系,保障用水需求。排水系统由污水收集管网、雨水排放管网和污水处理设施构成联动体系。污水收集管网汇集各类污水实现有序输送,雨水排放管网专注降水疏导防范内涝,污水处理设施承接污水并降低污染物浓度,形成闭环设计保障排水安全。系统核心目标围绕水资源全生命周期管理,保障供水安全是基础,涵盖水量稳定与水质达标;控制水体污染通过高效收集处理减少环境影响,维护生态平衡;实现水资源循环利用则提升再生利用率,缓解供需矛盾。

1.2 污水处理技术的核心定位

技术角色上,污水处理技术是市政排水系统末端治理关键环节,承接前端管网输送的污染物,通过专业化处理实现污染物削减,弥补管网收集短板,确保排水水质符合环境要求,是保障系统功能落地的核心支撑。功能边界上,污水处理技术构建物理-化学-生物多技术协同的复合体系。物理处理分离污染物物理形态,化学处理实现污染物转化,生物处理降解有机污染物,三者配合

形成多层次高效治理流程。设计原则上,污水处理技术坚持达标排放与资源化利用双重导向。达标排放确保出水符合环境标准,避免二次污染;资源化利用挖掘污水中可回收资源,通过技术优化实现再利用,兼顾环境与资源效益。^[2]

2 市政给排水设计中污水处理技术要点

2.1 物理处理技术要点

筛网过滤技术是污水处理预处理的关键环节,孔径需依据污水中悬浮物的实际粒径分布科学确定,确保高效截留大颗粒固体杂质,避免后续处理设备发生堵塞或磨损。安装位置优先设置在进水渠首端或提升泵站前端的预处理阶段,提前净化水质以降低后续处理单元负荷。维护工作需根据进水水质的波动情况动态调整清理频次,及时清除截留的杂物,保障水流通畅,维持过滤系统稳定的处理效率。沉淀技术设计需综合平衡分离效率与运行稳定性,不同类型沉淀池各有侧重。初沉池需合理控制表面负荷率,为污水中悬浮颗粒提供充足的沉降时间,促进可沉降污染物快速分离;二沉池核心在于优化污泥回流比与污泥龄参数,维持污泥良好的沉降性能与活性。斜管沉淀池通过优化斜管长度与倾角,缩短颗粒沉降路径,提升单位面积处理能力,同时需规避短流现象对处理效果的不利影响。过滤技术借助滤料的截留与吸附作用去除细小悬浮物及溶解性污染物,设计核心在于滤料特性与运行参数的适配。砂滤池需确定适宜的滤料级配与滤速,利用不同粒径颗粒形成的层间截留效应,逐步拦截污水中的细小杂质;活性炭吸附技术需重点关注吸附材料性能与接触时间的关联,确保充分吸附溶解性有机物、异味物质。设计需平衡吸附效率、材料使用寿命与运行成本,保障系统长期稳定运行。^[3]

2.2 化学处理技术要点

混凝沉淀技术通过化学药剂的凝聚作用实现污染物

分离,设计关键在于药剂选择、投加量控制与反应条件的协同优化。需根据污水浊度、pH值、污染物类型等特性,对比选择铝盐与铁盐类絮凝剂,明确各自适用场景。投加量需通过试验确定最佳剂量,避免药剂浪费或产生二次污染;混合与反应阶段需合理控制快速混合与慢速反应的时间配比,确保药剂均匀分散,促进絮体凝聚长大,提升沉淀分离效果。化学除磷技术通过药剂与磷的化学反应生成沉淀物实现污染物去除,设计围绕药剂选择、投加点优化与达标控制展开。需结合处理流程与水质特点,对比铁盐与铝盐类除磷剂的除磷效率、适应性,优化药剂投加方案。投加点可选择初沉池前或二沉池前,分别实现负荷削减与末端达标控制。通过精准调控药剂投加量、反应时间与混合强度,确保出水磷浓度达到规定要求,阻断磷对水体的富营养化污染。消毒技术是保障出水卫生安全的关键环节,需根据出水用途与水质要求选择适配方式,严格控制核心运行参数。氯消毒需平衡杀菌效率与安全风险,维持适宜的运行指标;臭氧消毒需保障充足的接触时间与投加量协同作用,充分发挥氧化杀菌效果;紫外线消毒需控制适宜的紫外剂量,同时加强灯管寿命管理与设备维护,避免有害消毒副产物产生,防范二次污染。

2.3 生物处理技术要点

活性污泥法技术利用微生物代谢降解有机污染物,设计需依据脱氮、同步脱氮除磷等处理目标选择适配工艺,优化工艺流程布局。运行参数需精准调控,合理控制污泥浓度与溶解氧水平,为微生物生长代谢创造适宜环境——脱氮工艺需保障缺氧与好氧环境的交替切换,除磷工艺需强化厌氧释磷与好氧吸磷过程。污泥回流系统需动态调节回流比与污泥龄,维持污泥活性与系统稳定性,防范污泥膨胀等异常情况发生。生物膜法技术依托微生物膜的吸附与降解作用处理污水,设计核心在于生物载体优化、运行条件匹配与抗冲击能力强化。生物滤池需选择适宜的填料类型与高度,为微生物附着生长提供充足空间,同时保障污水与生物膜充分接触;生物转盘需匹配适宜的盘片转速与水力停留时间,调节膜面更新速率与反应效率。通过控制生物膜厚度与微生物种群结构,强化系统抗冲击负荷能力,减少水质水量波动对处理效果的影响。厌氧处理技术在无氧环境下实现有机物降解与能源回收,设计聚焦反应器结构优化、运行参数控制与污泥颗粒化培育。需合理设计反应器内部结构,保障气固液三相分离效果,促进污泥与污水充分接触反应。污泥颗粒化是提升处理效率的关键,需把控启动与运行阶段的温度、pH值等环境条件,促进颗粒污泥

形成与稳定。运行中需维持适宜的上升流速,保障有机物充分降解,同时优化产气效率,实现污染物去除与沼气资源回收的双重目标。

2.4 膜分离技术要点

MBR工艺技术融合膜分离与生物处理的核心优势,设计需重点关注膜组件选择、运行参数优化与污泥控制的协同。根据处理规模、水质需求与运行成本,选择中空纤维膜或平板膜等适配的膜组件类型,平衡膜通量与抗污染性能。运行中需严格控制跨膜压差与反洗周期,通过定期反洗清除膜表面污染物,减少膜污染速率,延长膜组件使用寿命。需维持较高的污泥浓度以提升生物降解效率,同时平衡污泥负荷与膜污染速率,保障系统长期高效运行。反渗透技术通过膜的选择透过性实现污染物深度分离,设计核心在于膜材料选择、操作条件适配与预处理保障。需根据废水盐度、污染物类型与浓度等特性,选择适配的膜材料,兼顾脱盐率、抗污染性能与使用寿命。操作压力与回收率需协同优化,在保障处理效果的前提下提升水资源利用率,避免过度加压造成膜损伤或能耗过高。预处理环节需满足膜组件运行要求,通过砂滤、超滤等多级过滤工艺,去除悬浮物、胶体物质,降低膜污染风险,保障系统稳定运行。

3 市政给排水设计中污水处理技术整合优化

3.1 多技术协同路径

物理-化学预处理采用筛网与混凝沉淀组合模式,先经筛网高效截留大颗粒杂质,再通过混凝沉淀作用去除细小悬浮物,二者发挥工艺互补优势,显著提升整体去除效率,为后续生物处理或深度处理单元提供优质进水条件,降低后续处理负荷。生物-膜组合工艺整合特定生物流程与膜分离技术,借助生物工艺的脱氮除磷功能分解有机污染物,依托膜技术的高效截留特性分离活性污泥与处理水,实现同步脱氮除磷与出水水质深度优化,满足更高标准的处理要求,增强系统运行稳定性。深度处理链通过反渗透与紫外线消毒技术协同运作,反渗透技术深度分离水中盐类、微量污染物及残留杂质,紫外线消毒则高效杀灭病原微生物,二者联合作用确保再生水在水质纯度与卫生安全上均达到回用标准,拓展水资源循环利用途径。

3.2 抗冲击负荷设计

调节池容积按日处理量一定比例规划,专门用于缓冲雨水汇入或峰值流量带来的水质水量波动,避免短时间内的负荷突变冲击后续处理单元,为工艺参数调整预留充足时间,保障整个处理系统运行稳定,维持处理效果一致性。应急系统配置备用碳源投加装置与快速启动

方案,当进水水质出现异常、碳源不足时,可及时启动投加装置补充碳源,配合快速启动流程调整运行状态,有效应对负荷冲击,防范处理效果恶化,保障出水水质稳定达标。智能控制依托PLC系统联动各类传感器,实时监测水质与运行参数变化,通过预设程序动态调节工艺条件,及时响应负荷波动,提升系统抗冲击的响应速度与调控精度,确保处理系统始终处于最优运行状态。^[4]

3.3 资源化利用方向

污泥能源化通过厌氧消化技术对污泥进行处理,使污泥在厌氧环境下分解产生具有一定热值的沼气,再通过合理的利用路径将沼气转化为可用能源,既实现污泥减量化、稳定化处理,又回收清洁能源,降低处理过程的能耗消耗。磷回收采用鸟粪石结晶法,通过精准控制反应环境与工艺条件,使污水中溶解态的磷转化为高纯度的固体产品,实现磷资源的回收再利用,减少磷元素对水体的污染风险,同时缓解磷资源短缺压力,提升资源循环利用率。再生水回用根据不同用途对接相应水质标准,针对工业冷却、城市杂用等需求,通过针对性处理工艺优化,使再生水在关键水质指标上满足使用要求,拓宽水资源循环利用渠道,有效缓解水资源供需矛盾,推动节水型发展。

4 市政给排水设计中污水处理技术实施保障

4.1 施工阶段质量控制

管道安装需严格控制中心线偏差与接口密封性能,确保偏差符合规范要求,接口需通过压力试验验证密封性,杜绝运行中出现渗漏问题,保障污水输送的连续性与安全性。设备基础施工聚焦水平度与预埋件精度,将误差控制在允许范围内,为后续设备安装定位与长期稳定运行提供坚实支撑。碳钢设备需进行环氧涂料防腐处理,保证干膜厚度达标,增强设备抵御腐蚀环境的能力,延长设备使用寿命与运行可靠性。^[5]

4.2 调试阶段技术校准

活性污泥培养需合理确定接种量与驯化周期,按标准投加接种污泥后,在规定周期内通过逐步调整运行条件完成驯化,培育出活性强、沉降性能好的污泥菌群,为生物处理单元高效运行奠定基础。生物膜挂膜过程中

需逐步提升流速梯度,同时维持适宜的温度环境,为微生物附着生长与膜结构稳定形成创造有利条件,确保生物膜具备良好的污染物降解能力。化学药剂投加需通过小试确定精准剂量,控制误差在合理范围,再经中试验证处理效果,确保药剂投加精准高效,保障出水水质稳定达标。

4.3 运行阶段维护策略

曝气系统需按规定周期清洗曝气头,去除表面附着的污泥与杂质,同时定期监测氧利用率,确保曝气均匀且供氧充足,为生物处理过程中微生物代谢提供必要条件,维持处理效率稳定。膜组件采用物理反洗与化学清洗组合维护方式,按设定周期交替开展清洗作业,有效控制膜污染速率,维持膜组件稳定的过滤通量与分离效果。污泥处置需严格控制含水率,采用符合要求的包装方式进行运输,防范污泥在处置过程中发生泄漏,避免造成二次污染,保障处置全过程环保合规。

结束语:市政给排水设计中,污水处理技术是保障系统功能、实现水资源高效利用的关键。从物理、化学、生物处理到膜分离技术,各环节要点明确且需协同优化。多技术协同、抗冲击负荷设计与资源化利用是重要方向。同时,施工、调试、运行阶段的质量控制、技术校准与维护策略不可或缺。只有严格把控各环节,才能确保污水处理系统稳定高效运行,实现水资源保护与循环利用目标,推动城市可持续发展。

参考文献

- [1]王槟强.市政给排水设计中的污水处理关键技术探讨[J].江西建材,2021,(12):313-314.
- [2]察鲁华.针对城市给排水规划设计中污水处理的探究[J].长江技术经济,2021,5(S1):106-107+110.
- [3]蒲嘉懿.市政给排水设计中污水处理关键技术相关思考[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(01):184-186.
- [4]黄胜娟.对市政给排水设计中污水处理技术要点的探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(17):184-186.
- [5]王芳,刘婷婷.市政给排水系统中污水处理技术优化策略[J].环境科学与技术,2023,46(1):123-128.