

化工园区污水集中处理的成本控制策略探讨

韩 强 (鄂尔多斯市国中水务有限公司, 内蒙古 鄂尔多斯 014300)

摘要: 为解决化工园区污水集中处理成本偏高问题, 以化工园区污水处理为研究对象, 围绕成本控制展开探讨。从源头减量与预处理入手, 强化企业减排管控并优化分类预处理工艺; 在处理运营中, 聚焦能耗、药剂消耗及污泥处置实现精细化管控; 依托核心工艺升级与智能化技术应用驱动降本; 通过设备全生命周期管控及设施布局与负荷匹配优化控制综合成本。这些策略形成全链条成本控制体系, 可有效降低处理成本并保障处理效果, 以期为化工园区污水集中处理成本管控相关工作提供参考。

关键词: 化工园区; 污水集中处理; 成本控制; 绿色低碳; 技术创新

中图分类号: X703 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167 (2025) 036-0052-03

Discussion on Cost Control Strategies for Centralized Wastewater Treatment in Chemical Industry Parks

Han Qiang (Erdos Guozhong Water Co., Ltd., Erdos Inner Mongolia 014300, China)

Abstract: To address the issue of high costs in centralized wastewater treatment in chemical industry parks, this study focuses on wastewater treatment in such parks and explores cost control strategies. Starting with source reduction and pretreatment, efforts are made to strengthen corporate emission reduction management and optimize classified pretreatment processes. During treatment operations, refined management is implemented by focusing on energy consumption, chemical usage, and sludge disposal. Core process upgrades and the application of intelligent technologies are leveraged to drive cost reduction. Additionally, comprehensive cost control is achieved through lifecycle management of equipment and optimization of facility layout and load matching. These strategies form a full-chain cost control system, effectively reducing treatment costs while ensuring treatment efficiency. This study aims to provide references for cost management in centralized wastewater treatment in chemical industry parks.

Keywords: Chemical industry parks; Centralized wastewater treatment; Cost control; Green and low-carbon; Technological innovation

“双碳”目标引领下, 化工园区绿色转型成为必然, 污水集中处理作为环保核心环节, 其成本控制直接关乎园区效益平衡。当前化工污水成分复杂、难降解污染物占比高, 叠加严格排放政策, 处理成本高企成为行业普遍痛点。既要保障水质达标, 又要实现绿色低碳降耗, 亟需构建系统性成本管控方案。

本文聚焦化工园区污水集中处理场景, 从源头减量、运营管控、技术创新、设备全周期管理等维度探索成本优化路径, 为园区破解环保与效益矛盾、推动绿色低碳发展提供实践参考。

1 源头减量与预处理成本控制

1.1 园区企业源头减排成本管控

化工园区污水集中处理的成本控制需从源头切入, 通过强化企业减排责任与精准管控, 削减污水产生量及污染物浓度, 从根本上降低后续处理环节的负荷与成本。清洁生产审核是实现源头降本的关键手段, 通过系统排查企业生产流程中的排污节点, 推动生产工艺升级、原料替代及水资源循环利用, 直接减少污水生成量。浓度分级收费机制为企业控污提供明确经济导向, 依据污水污染物浓度设定差异化收费标准,

浓度越高收费越高, 倒逼企业主动提升预处理水平, 降低排放污水的污染强度。搭建企业污水排放台账系统可实现全过程监管, 实时记录企业排水量、污染物种类及浓度等数据, 精准追踪减排成效, 为收费核算、问题排查提供依据, 确保源头减排措施落地见效。这种从生产端到排放端的全链条管控, 将成本控制责任前置到企业, 通过技术优化与制度约束的双重作用, 构建源头减排的成本控制闭环。

1.2 分类预处理工艺成本优化

依据化工污水中不同污染物的特性设计分类预处理工艺, 能显著提升后续处理效率, 实现预处理阶段的成本优化, 进而降低整体处理成本。化工污水成分复杂, 含有的高盐、高COD、重金属等特征污染物若混合处理, 会增加药剂消耗与工艺难度, 分类预处理可针对性解决这一问题。针对高盐污水设置蒸发结晶或膜分离预处理单元, 针对重金属污水采用螯合沉淀预处理单元, 避免不同污染物相互干扰, 提升后续生化处理的效率, 减少整体工艺的运行成本^[1]。模块化预处理设备的应用提升工艺灵活性, 可根据园区企业排污种类的变化, 快速调整或组合模块, 无需对整体

预处理系统进行大规模改造,大幅节省设备改造成本与停机损失。建立预处理效果评估机制能动态优化工艺参数,通过实时监测预处理后污水的污染物去除率、药剂消耗量等指标,分析不同运行参数下的成本效益比,及时调整反应时间、药剂投加量等关键参数,确保预处理工艺始终处于高效低耗的运行状态,实现预处理成本与处理效果的精准平衡。

2 处理过程运营成本精细化控制

2.1 能耗成本优化管控

处理过程运营成本中,能耗成本占比最高,其优化管控需聚焦高能耗设备改造、运行参数调节与能源循环利用三个关键维度,形成系统性降本路径。曝气系统、污水提升泵是污水处理的核心高能耗设备,将传统曝气设备替换为磁悬浮离心鼓风机,可通过提升氧转移效率降低单位处理量的电耗;污水提升泵选用变频节能机型,能根据进水量波动自动调节运行功率,避免额定功率运行造成的能源浪费。运行参数的动态优化同样关键,操作人员需依据进水水质中 COD、BOD 等指标的实时变化,调整曝气池的溶解氧浓度与曝气时长,在满足微生物代谢需求的前提下减少无效能耗。能源循环利用为能耗成本控制提供额外支撑,在处理厂区屋顶铺设光伏组件,可直接为低压用电设备供电,降低对市政电网的依赖;收集污泥厌氧消化过程中产生的沼气,经净化处理后用于驱动锅炉或发电机,实现废弃物的资源化转化。这种设备改造、参数优化与能源回收相结合的模式,能从供给与消耗两端同时发力,实现能耗成本的精准管控。

2.2 药剂消耗成本精准控制

药剂消耗成本的精准控制需建立“选型—投加—回收”的全流程精细化管理体系,在保障污染物去除效果的基础上最大限度压缩药剂损耗。药剂选型环节需摒弃单一成本导向,开展不同类型药剂的性价比测试,例如针对化工污水中的难降解有机物,对比芬顿试剂与臭氧氧化药剂的单位污染物去除成本,结合处理后水质达标要求筛选高效低耗的药剂类型。投加环节的精准度直接决定药剂消耗总量,在反应池安装在线水质监测仪与自动投加装置,实时捕捉水质指标变化并反馈至控制系统,由系统根据预设的药剂投加公式自动调节投加量,避免人工投加导致的过量浪费^[2]。药剂回收利用技术的应用可进一步提升利用效率,对于混凝沉淀工艺中产生的含药污泥,采用板框压滤机进行脱水处理后,将截留的未反应药剂重新溶解回流至反应池;针对深度处理环节使用的离子交换树脂,通过再生液反洗实现树脂重复利用,减少新药剂的补充量。这套管理体系通过各环节的无缝衔接,实现药

剂消耗成本与处理效果的动态平衡。

2.3 污泥处理处置成本优化

污泥处理处置成本优化需以减量化为基础,以资源化为核心,配合科学的成本核算机制降低终端处置压力。污泥减量化应贯穿处理全流程,在生化处理阶段通过优化曝气参数与污泥龄,提升微生物对有机物的降解效率,减少剩余污泥产生量;脱水环节采用“板框压滤+热风干燥”的组合工艺,将污泥含水率从 80% 以上降至 60% 以下,大幅缩减污泥体积,降低运输与后续处置成本。污泥资源化利用能通过挖掘副产物价值冲抵处置成本,对于含有机质较高的污泥,采用好氧堆肥工艺生产有机肥料,供应园区周边农业种植使用;针对重金属含量超标的危险废物污泥,与周边燃煤电厂合作开展协同焚烧处置,利用污泥燃烧释放的热量辅助发电,同时将焚烧灰渣用于制作建筑材料。成本核算机制为处置方案选择提供科学依据,建立包含污泥产生量、处理药剂消耗、运输费用、处置费用等指标的成本核算模型,对比不同处置路径的单位成本,优先选用经济高效的方案。这种“减量化降本+资源化增效+核算化选优”的模式,能系统性降低污泥处理处置的综合成本。

3 技术创新驱动成本控制

3.1 核心处理工艺低成本优化升级

核心处理工艺的低成本优化升级需立足化工污水成分复杂、难降解污染物占比高的特性,通过工艺筛选、参数优化与分段处理的系统性调整,实现处理效率提升与能耗药耗降低的双重目标。工艺筛选环节需打破传统单一工艺依赖,结合污水水质特征开展不同工艺的成本效益对比,例如针对含高浓度难降解有机物的化工污水,对比改良 A/O 工艺与 MBR 工艺的单位处理成本,重点分析两种工艺在污泥产量、能耗需求、运维难度等方面的差异,筛选出适配性强且综合成本低的核心工艺。参数优化是工艺降本的关键抓手,采用正交试验法设定不同的反应时间、污泥浓度、回流比等参数组合,监测各组合下的污染物去除率、能耗及药剂消耗数据,通过数据对比确定最优参数区间,避免因参数设置不合理导致的处理效率低下或资源浪费^[3]。分段处理模式能进一步提升工艺针对性,根据污水中不同污染物的降解难度与特性,将处理流程划分为预处理、生化处理、深度处理等阶段,在各阶段配置专用工艺单元,例如在生化处理阶段强化反硝化脱氮工艺,在深度处理阶段采用臭氧催化氧化工艺,针对性去除特定污染物,减少无效处理环节造成的成本消耗。这种“筛选—优化—分段”的递进式优化路径,能让核心工艺始终处于高效低耗的运行状态,从根本

上降低处理成本。

3.2 智能化技术降本应用

智能化技术的降本应用核心在于通过数据驱动实现全流程精准管控,减少人工干预带来的误差与冗余,同时提升运营效率以压缩成本空间。在线监测系统的搭建是精准管控的基础,在进水口、反应池、出水口等关键节点安装水质在线分析仪,实时采集 COD、氨氮、pH 值等核心指标数据,数据经传输模块同步至中央控制系统,一旦指标超出预设阈值,系统立即触发预警,操作人员可及时排查问题,避免因水质异常导致的处理不达标或工艺瘫痪,减少返工与故障修复成本。智能控制系统的部署实现运营过程的自动化降本,通过 PLC 控制系统与在线监测数据联动,自动调节曝气强度、药剂投加量、水泵运行频率等关键参数,例如当进水 COD 浓度降低时,系统自动减少曝气时长与药剂投加量,避免资源浪费;同时系统可实现设备的远程控制与自动化巡检,减少人工巡检的人力成本,提升设备故障发现的及时性^[4]。大数据分析技术为运营优化提供决策支撑,收集历史水质数据、设备运行数据、能耗药耗数据等,通过大数据平台进行趋势分析与关联挖掘,例如分析不同季节、不同时段的水质变化规律,提前调整工艺参数以应对水质波动;挖掘设备运行数据与能耗之间的关联关系,识别设备运行的低效区间并进行优化。这种“监测—控制—分析”的智能化闭环管理,能从人工成本、资源消耗、故障损失等多方面实现降本增效。

4 设备设施全周期成本控制

4.1 设备全生命周期成本管控

设备全生命周期成本管控覆盖设备采购、运行、维护至报废的完整流程,核心在于通过各阶段的精准管控,降低设备综合成本,避免单一阶段成本节约导致的后续更高损耗。采购阶段的成本控制并非单纯追求低价,而是建立“性价比优先+节能适配”的评估体系,结合污水处理工艺对设备的具体要求,筛选兼具高可靠性与低能耗的设备类型,例如在水泵选型时,综合考量流量、扬程等参数与节能电机的匹配度,避免因设备与工艺不匹配导致的运行效率低下。运行阶段需建立设备运行台账,实时记录设备运行负荷、能耗、故障频次等数据,通过数据监测识别设备运行的低效状态,及时调整运行参数减少无效损耗,延长设备稳定运行周期^[5]。

4.2 设施布局与负荷匹配成本优化

设施布局与负荷匹配的成本优化需立足园区发展规划与污水排放特征,通过空间布局优化与负荷动态调配,提升设施利用效率,减少闲置浪费与扩容改造

带来的成本压力。设施布局规划需打破“一次性建成”的传统思维,采用“分期建设+预留扩容空间”的模式,根据园区企业入驻进度与污水排放量增长趋势,分阶段建设处理单元,避免早期设施闲置导致的投资浪费,同时预留的扩容空间可减少后期改造对现有设施运行的干扰,降低扩容改造成本。空间布局的细节优化能进一步降低运行成本,将水质相近的企业污水收集管网进行整合,缩短污水输送距离,减少提升泵的能耗消耗;将污泥处理单元与生化处理单元就近布置,降低污泥输送过程中的能耗与设备投入。负荷匹配的核心是建立动态调配机制,通过在线监测系统实时掌握各处理单元的运行负荷,当某一单元负荷过高时,通过阀门调节将部分污水分流至负荷较低的单元,避免单一单元过载运行导致的处理效率下降与设备损耗,同时防止部分单元负荷过低造成的资源浪费。

5 结语

化工园区污水集中处理成本控制是兼顾环保效益与经济效益的核心环节,需构建多维度、全流程的管控体系。源头减排将成本责任前置,从生产端削减污染负荷,为后续处理降本奠定基础;运营精细化管控直击能耗、药剂等关键成本节点,通过精准调节实现效率与成本平衡;技术创新与设备全周期管理为降本提供技术支撑与硬件保障,提升处理系统长效运营能力。各策略相互衔接、协同发力,既解决单一环节成本偏高问题,又实现整体效益最优。未来需结合园区产业特征动态优化策略,推动污水处理从“达标排放”向“高效低耗”转型,助力园区绿色可持续发展。

参考文献:

- [1] 王冠颖,王成,乔肖翠,等.化工园区事故污水应急处理技术筛选[J].环境工程学报,2025,19(07):1560-1569.
- [2] 崔少明,张功良,吴许云,等.化工园区污水处理厂尾水人工湿地调试与运行[J].湿地科学与管理,2025,21(03):67-73.
- [3] 郁苏远.污水处理企业财务成本预算管理及控制策略分析[J].中国集体经济,2025(26):185-188.
- [4] 侯康龙,袁柱钦.某化工园区“一企一管”污水收集与监测系统设计[J].工业用水与废水,2024,55(06):53-57.
- [5] 奚益翔,张小平,韦克任,等.某化工园区污水处理厂提标改造工艺应用实例[J].大众科技,2024,26(05):74-78.

作者简介:

韩强(1986-),汉族,内蒙古鄂尔多斯市达拉特旗人,工程师,研究方向:污水处理及再生水利用。