

# 城镇污水处理厂提标改造对出水水质及区域水环境的改善效果分析

闫 涛

金塔县城市给排水服务中心 甘肃 酒泉 735300

**摘要：**城镇污水处理厂提标改造对改善出水水质及区域水环境意义重大。本文围绕提标改造展开，阐述核心改造方向，包括工艺优化、设备升级与辅助系统完善。分析对出水水质的改善作用，如提升污染物去除、水质稳定性与适配性。探讨对区域水环境的改善传导，涉及受纳水体水质、生态系统及承载能力。同时指出改造中影响改善效果的关键因素，为城镇污水处理厂提标改造提供理论与实践参考。

**关键词：**城镇污水处理厂；提标改造；出水水质；区域水环境；关键因素

引言：随着城镇化进程加快与环保要求提高，城镇污水处理厂提标改造迫在眉睫。传统处理工艺难以满足日益严格的水质标准，出水水质不佳对区域水环境造成诸多负面影响，如水体富营养化、生态破坏等。在此背景下，开展提标改造成为解决这些问题的关键举措。深入研究提标改造的方向、效果及影响因素，有助于科学推进改造工作，提升污水处理效能，改善区域水环境质量。

## 1 提标改造的核心改造方向

### 1.1 污水处理工艺优化

工艺优化聚焦于提升污染物去除效率与运行稳定性，通过多维度技术整合实现处理效能突破。生物处理单元强化是关键方向，通过调整活性污泥法中的污泥负荷参数，优化微生物群落结构以增强对难降解有机物的分解能力<sup>[1]</sup>。针对氮磷去除需求，可构建多级AO串联系统，利用不同反应阶段的溶解氧梯度实现硝化反硝化过程的精准调控。膜分离技术的深度应用可显著提升出水悬浮物截留效率，通过选择孔径适配的超滤或纳滤膜组件，有效拦截胶体颗粒及微生物菌体。高级氧化工艺的引入能够强化微量污染物去除，通过臭氧催化氧化或光化学氧化破坏药物残留、内分泌干扰物等有机物的分子结构。工艺优化还需考虑抗冲击负荷能力提升，通过增设水力调节池与生物选择器，增强系统对进水水质波动的适应性。

### 1.2 污水处理设备的迭代升级

设备升级着重于提升处理单元的运行效能与可靠性。曝气系统改造可选用微孔曝气器替代传统穿孔管，通过提高氧传递效率降低能耗，同时配合智能风量调节装置实现溶解氧的精准控制。污泥回流设备更新需关注

泵送效率与密封性能，采用变频调速螺杆泵可减少管路堵塞风险并降低运行噪音。膜组件更换应优先选用抗污染型材质，通过表面改性技术增强膜丝的亲水性，延长膜元件使用寿命并降低反冲洗频率。深度处理单元的设备选型需匹配工艺需求，紫外消毒设备应配置自动清洗装置以维持透光率，砂滤池需采用均质滤料并优化反冲洗强度参数。设备升级还需兼顾运维便利性，模块化设计的处理单元可实现快速检修与部件更换，降低非计划停机时间。

### 1.3 辅助系统的完善

辅助系统完善旨在构建全流程监控与资源循环体系。自动控制系统升级需集成多参数传感器网络，通过分布式控制单元实现pH、溶解氧、氧化还原电位等关键指标的实时采集与联动调节。加药系统改造应引入智能投加装置，基于进水水质在线分析数据动态调整絮凝剂、碳源等药剂的投加量。污泥处理系统完善需关注减量化与资源化，通过增设带式浓缩脱水一体机降低污泥含水率，配套建设厌氧消化装置实现能源回收。再生水回用系统建设需根据用水需求分级处理，工业用水回用可设置超滤+反渗透双级处理，景观补水回用采用混凝沉淀+消毒工艺即可满足要求。辅助系统完善还需强化安全防护，在易燃易爆区域增设可燃气体检测装置，在高压设备周边配置联锁保护系统。

## 2 提标改造对出水水质的改善作用

### 2.1 对水体中污染物的去除作用

城镇污水处理厂提标改造通过技术升级与工艺优化，显著增强了对水体中各类污染物的去除能力<sup>[2]</sup>。针对传统工艺难以有效处理的有机污染物，提标改造采用更高效的生物处理单元，如增加曝气量、优化微生物群

落结构,提升对难降解有机物的分解效率,降低出水化学需氧量浓度。对于氮、磷等营养盐,改造后的系统通过强化硝化与反硝化过程,结合化学沉淀技术,实现深度脱氮除磷,减少水体富营养化风险。重金属污染物方面,提标改造引入新型吸附材料与膜分离技术,增强对铅、镉等重金属离子的截留能力,降低出水毒性。新兴污染物如微塑料、药物残留等,则通过增设过滤精度更高的砂滤或活性炭吸附单元,有效减少在水体中的残留量。这些技术手段的综合应用,使提标改造后的出水污染物浓度显著低于改造前,满足更严格的水质标准要求,为接纳水体提供了更清洁的水源。

### 2.2 对出水水质稳定性的提升作用

提标改造通过优化处理流程与强化系统控制,显著提升了出水水质的稳定性。传统处理工艺受进水水质波动影响较大,易导致出水指标超标;提标改造通过增设调节池与预处理单元,均衡进水水质,减少冲击负荷对后续处理环节的影响。同时,改造后的系统采用自动化控制技术,实时监测关键参数如溶解氧、pH值、污泥浓度等,并通过反馈调节机制动态调整工艺运行状态,确保处理效果稳定。例如,在生物处理环节,通过智能曝气系统根据进水负荷自动调节供气量,避免因曝气不足或过度导致的处理效率下降;在深度处理环节,通过在线监测设备实时跟踪出水水质,及时调整化学药剂投加量,防止因药剂不足或过量引发的水质波动。这些措施使提标改造后的出水水质在不同工况下均能保持稳定,减少了因水质波动对接纳水体造成的潜在风险。

### 2.3 对出水水质适配性的优化作用

提标改造根据接纳水体功能需求与区域环境特点,对出水水质适配性进行了针对性优化。针对农业灌溉用水需求,改造后的系统通过调整氮、磷去除强度,保留适量营养盐以支持作物生长,同时严格控制重金属与有害微生物含量,确保灌溉安全。对于景观娱乐用水,改造重点提升出水透明度与感官指标,通过强化过滤与消毒环节,减少悬浮物与病原微生物,改善水体视觉效果与卫生条件。在工业用水领域,提标改造根据不同行业对水质的要求,定制化设计处理流程,如为电子行业提供超纯水,为纺织行业提供低硬度水,满足工业生产对水质的高标准要求。这种基于接纳水体功能需求的适配性优化,使提标改造后的出水能够更精准地服务于区域经济社会发展,同时避免因水质过剩或不足造成的资源浪费与环境风险。

## 3 提标改造对区域水环境的改善传导作用

### 3.1 对接纳水体水质的改善作用

城镇污水处理厂提标改造通过优化处理工艺与强化污染物去除能力,成为改善区域水环境质量的关键举措。改造后,出水化学需氧量、氨氮、总磷等关键指标浓度显著降低,有效削弱了接纳水体富营养化进程<sup>[3]</sup>。传统工艺对总磷的去除依赖生物作用,但受进水水质波动影响,出水总磷浓度常难以稳定达标;提标改造通过增设化学沉淀单元或优化生物除磷条件,可实现总磷深度去除,减少水体中藻类繁殖所需的营养盐,进而提升水体透明度与溶解氧水平。同时,重金属、微塑料等新兴污染物的去除效率提升,进一步降低接纳水体生态风险,为水生生物提供更安全的生存空间。水质改善的累积效应使接纳水体逐渐满足更高功能类别标准要求,例如从劣V类提升至IV类或III类,为区域供水安全、农业灌溉及景观娱乐等用途提供基础保障。

### 3.2 对区域水体生态系统的改善作用

提标改造通过改善接纳水体水质,间接推动区域水体生态系统结构与功能优化。水质提升为水生生物创造更适宜的生存条件,鱼类、底栖动物及水生植物多样性显著增加。氨氮浓度降低可减少对水生生物的毒性影响,促进鱼类群落结构恢复,增强食物链稳定性;总磷浓度下降可抑制藻类过度繁殖,为沉水植物生长创造条件,增强水体自净能力。水体透明度提高增加光照穿透深度,促进水生植物光合作用,提升溶解氧水平,形成“植物-微生物-动物”协同修复的生态链。这种生态链的强化不仅提升生态系统稳定性,更增强对环境变化的适应能力。例如,在极端气候或突发污染事件中,健康的水生生态系统可更快恢复功能,减少生态损失,为区域生物多样性保护提供长效支撑。

### 3.3 对区域水环境承载能力的改善作用

提标改造通过降低污染物排放总量,显著提升区域水环境承载能力。随着污水处理厂出水水质提升,接纳水体可容纳的污染负荷增加,为区域经济社会发展释放更多环境容量。这种承载能力提升体现在两方面:一是支持更高强度的水资源开发利用,例如在满足生态基流前提下,可适当增加农业灌溉或工业用水取水量,缓解水资源供需矛盾;二是为区域产业升级提供环境支撑,高污染行业可通过接入提标改造后的污水处理系统,实现达标排放,降低产业转型压力,推动绿色经济发展。此外,水环境承载能力提升还可促进区域生态产品价值实现,例如水质改善带动滨水景观开发,提升土地价值,推动生态旅游等绿色产业发展,形成环境保护与经济增长的良性循环,为区域可持续发展注入新动能。

## 4 提标改造过程中影响改善效果的关键因素

#### 4.1 改造工艺与设备的适配性因素

城镇污水处理厂提标改造的核心在于工艺与设备的协同优化,二者适配程度直接决定污染物去除效能与系统运行稳定性。工艺选择需紧密贴合原水水质特征、处理目标及场地条件。若原水碳氮比失衡,传统生物脱氮工艺可能因反硝化阶段电子供体不足,导致总氮去除效率难以达标,此时需引入短程硝化反硝化或外加碳源系统等针对性工艺<sup>[4]</sup>。设备选型则需与工艺流程深度匹配,例如膜生物反应器中膜组件的孔径、材质及通量设计,需综合考虑活性污泥浓度、曝气强度等参数,若膜通量过高而清洗周期设置不合理,易引发膜污染,造成跨膜压差持续上升,最终影响出水水质。此外,工艺与设备的空间布局需科学规划,紧凑型设计虽可节省占地面积,但需确保各单元间水力停留时间合理,避免短流或死水区产生,削弱处理效果。

#### 4.2 改造后的运行维护因素

提标改造完成后,运行维护水平是保障系统长期稳定运行的关键环节。运行参数需根据进水负荷变化动态调整,生物处理单元的溶解氧浓度需精准控制,若长期处于低氧状态,硝化菌活性受抑制,氨氮去除效率将显著下降;而曝气过量则可能破坏污泥絮体结构,导致出水悬浮物超标。一般好氧段溶解氧应控制在2-4mg/L。设备维护的及时性与专业性同样重要,格栅机、泵类等机械设备的定期检修可避免故障停机引发的处理能力下降,格栅机应每8-12h检查清理一次,泵类应每月进行一次全面检修;膜组件的化学清洗周期需结合膜污染速度科学制定,清洗剂浓度与浸泡时间不足难以恢复膜通量,过度清洗则可能缩短膜使用寿命,增加运维成本,膜组件化学清洗周期可设置为每3-6个月清洗一次,清洗剂浓度根据膜污染程度控制在0.5%-2%,浸泡时间控制在6-12h。操作人员需熟悉改造后工艺原理与设备操作规程,能够通过在线监测数据判断系统运行状态,例如出水总磷波动异常时,需结合污泥回流比、除磷剂投加量等参数综合分析,而非简单增加药剂用量。管理制度方面,需建立完善的设备档案与运行日志,确保问题可追溯、处理有依据,同时通过应急预案降低突发风险对系统的影响,应急预案应每年进行至少一次演练。

#### 4.3 进水水质波动带来的影响因素

城镇污水处理厂进水水质受工业排放、生活污水收集率及降雨径流等因素影响,呈现显著时空波动特征,这对提标改造后的系统稳定性构成挑战。有机物浓度波动可能引发碳源不足或过量问题,当进水COD较低时,反硝化阶段需额外补充碳源,若未及时调整,总氮去除效率将下降;而COD过高则可能导致异养菌过度繁殖,抑制硝化菌活性,影响氨氮去除。悬浮物浓度波动对物理处理单元冲击明显,格栅堵塞频率增加、沉砂池沉砂效率降低,进而影响后续生物处理效果。水质波动还可能改变污染物组成,增加处理难度,例如工业废水偷排可能导致进水重金属或有毒有机物浓度骤增,抑制微生物活性甚至导致系统崩溃;降雨期间地表径流携带的泥沙、垃圾等可能堵塞管道或损坏设备。此外,水温变化亦属水质波动范畴,低温环境下微生物代谢速率下降,生物处理效率降低,需通过延长水力停留时间或投加耐冷菌剂等措施应对<sup>[5]</sup>。若改造工艺未充分考虑进水水质波动特性,系统抗冲击能力不足,可能导致出水水质频繁超标,削弱提标改造的实际效果。

#### 结束语

城镇污水处理厂提标改造在提升出水水质、改善区域水环境方面成效显著。通过工艺优化、设备升级与辅助系统完善,有效去除污染物,增强水质稳定性与适配性,进而改善受纳水体水质、生态系统及承载能力。然而,改造过程中工艺与设备适配性、运行维护水平及进水水质波动等因素,会影响改善效果。只有充分考虑这些因素,科学规划与实施改造,才能确保提标改造充分发挥作用,实现污水处理与区域水环境协调发展的目标。

#### 参考文献

- [1]罗水斌.城镇污水处理厂提标改造技术的应用分析[J].皮革制作与环保科技,2025,6(18):159-161.
- [2]杨洁.城镇污水处理厂提标改造的思考研究[J].皮革制作与环保科技,2022,3(21):186-188.
- [3]于川,崔明.城镇污水处理厂提标改造工程及运行[J].新型工业化,2021,11(1):145-147.
- [4]陈必群.城镇污水处理厂提标改造技术路径分析[J].皮革制作与环保科技,2024,5(6):180-182.
- [5]郭海鹏,周益钦,林琚,等.某城镇污水处理厂提标改造及运行效果[J].广州化工,2022,50(1):94-96,108.