

# 城市污水处理厂提标改造中的工艺选择与设计

吴清桂 陈晨

新疆生产建设兵团建设工程(集团)环境工程有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

**【摘要】**: 城市污水处理厂提标改造是改善水环境质量、保障水资源可持续利用的关键举措, 工艺选择与设计的科学性直接决定改造成效与长期稳定运行。本文以城市污水处理厂提标改造为核心, 明确工艺选择需结合进水水质特性、出水排放标准及厂区实际条件, 设计工作需兼顾技术可行性、经济合理性与运维便捷性, 通过系统分析工艺适配性、优化设计细节, 解决改造过程中的工艺适配不足、设计不合理等问题, 为城市污水处理厂提标改造提供切实可行的工艺选择与设计思路, 助力污水处理效能提升, 推动水环境治理提质增效。

**【关键词】**: 城市污水处理厂; 提标改造; 工艺选择; 工艺设计

DOI:10.12417/2811-0536.26.05.032

## 引言

城市污水处理厂作为水污染控制的核心基础设施, 其处理能力与出水水质直接关系到城市生态环境安全与居民生活品质。当前, 水环境治理要求持续提高, 现有部分污水处理厂处理工艺已难以满足更高的出水排放要求, 提标改造成为破解这一困境的必然选择。工艺选择与设计是提标改造工程的核心环节, 直接影响工程投资、运行成本、处理效果及运维难度, 其合理性与科学性更是决定改造工程能否达到预期目标、实现长期稳定达标排放的关键。

## 1 城市污水处理厂提标改造中工艺选择的核心要求与现存问题

城市污水处理厂提标改造的核心目标是提升出水水质, 使其满足更高的排放标准, 而工艺选择作为实现这一目标的基础, 需紧密结合厂区实际情况, 兼顾多重要求。工艺选择需充分适配进水水质特性, 不同城市的生活污水、工业废水比例不同, 水质波动范围存在差异, 所选工艺需具备较强的抗冲击负荷能力, 能够有效处理不同浓度的污染物, 确保出水水质稳定达标。

同时, 需考虑出水排放标准的具体要求, 针对COD、BOD、氨氮、总磷等污染物的去除要求, 选择针对性强、处理效率高的工艺, 避免因工艺适配性不足导致无法达到排放要求。

工艺选择还需兼顾经济合理性与技术可行性, 既要控制工程投资成本, 也要考虑后期运行成本与运维难度, 避免选择投资过高、运行能耗大、运维复杂的工艺, 确保改造工程能够长期稳定运行且具备可持续性。还需结合厂区现有场地条件、基础设施布局, 尽量利用现有构筑物与设备, 减少征地与重建成本, 实现资源的合理利用<sup>[1]</sup>。但在实际提标改造过程中, 工

艺选择仍存在诸多问题, 部分改造项目未充分调研进水水质与厂区实际情况, 盲目选用先进但不适配的工艺, 导致工艺运行不稳定, 出水水质难以达标, 同时增加了工程投资与运行成本。

究其原因, 一方面是前期水质监测周期过短, 未能捕捉工业废水汇入、雨季合流制溢流等季节性、突发性水质波动特征; 另一方面是对未来5—10年服务区域内水量增长、水质成分变化预判不足, 工艺余量与抗冲击能力预留不够。部分项目对工艺的抗冲击负荷能力、运维便捷性考虑不足, 后期运行过程中易出现故障, 增加了运维难度与成本; 还有部分项目未统筹兼顾处理效果与经济成本, 要么过度追求处理效果导致投资与运行成本过高, 要么为控制成本选用处理效率不足的工艺, 无法实现提标改造的核心目标。这些问题的存在, 不仅影响提标改造工程的成效, 还可能造成资源浪费, 制约城市水环境治理的提质增效。

## 2 城市污水处理厂提标改造中工艺选择的科学路径与适配策略

解决工艺选择中的现存问题, 需遵循科学的选择路径, 立足厂区实际情况, 结合提标改造目标, 制定合理的工艺适配策略。工艺选择前需开展全面的调研工作, 系统分析进水水质特性, 明确进水污染物种类、浓度范围、波动规律, 同时梳理厂区现有构筑物、设备的运行状况、场地条件、基础设施布局等, 为工艺选择提供坚实的基础数据支撑, 避免盲目选择<sup>[2]</sup>。调研过程中还需结合当地水环境治理要求, 明确出水排放标准的具体指标, 确保所选工艺能够针对性解决污染物去除问题, 实现出水水质达标。

在调研基础上, 需建立多维度的工艺筛选体系, 结合处理效率、抗冲击负荷能力、投资成本、运行成本、运维难度、场地适配性等多个指标, 对AAO、改

良 AAO、氧化沟、SBR、MBR、MBBR 等主流工艺进行技术经济比选。例如进水碳源偏低、脱氮除磷要求高的项目，传统 AAO 易出现碳源竞争，可采用分段进水、倒置 AAO 等改良工艺；场地紧张、出水要求高的项目可选用 MBR 工艺，但其投资与能耗偏高；场地充足、希望利用原有构筑物的项目更适合氧化沟或 MBBR 强化改造。针对不同的污染物去除需求，合理搭配工艺组合，例如针对总磷去除难度较大的项目，可选择化学除磷与生物除磷相结合的工艺，提升总磷去除效率；针对氨氮去除要求较高的项目，可选用硝化-反硝化工艺，强化氨氮与总氮的去除效果。

工艺选择过程中需注重统筹兼顾，平衡处理效果、经济成本与运维便捷性，优先选择成熟稳定、抗冲击负荷能力强、运维便捷、能耗低的工艺，同时充分利用现有构筑物与设备，对现有工艺进行优化升级，减少工程投资与重建成本。还需考虑工艺的可持续性，所选工艺需具备一定的灵活性与可扩展性，能够适应未来水质、水量变化及排放标准提升的需求，为后续升级改造预留空间，避免重复改造造成的资源浪费，确保提标改造工程的长期效益。

### 3 城市污水处理厂提标改造中工艺设计的优化要点与实施方法

工艺设计是工艺选择的延伸，也是确保工艺能够充分发挥处理效能、实现长期稳定达标排放的关键，需结合所选工艺的特性与厂区实际情况，优化设计细节，完善设计方案。设计参数取值应严格遵循《室外排水设计标准》（GB 50014-2021），合理确定污泥负荷、水力停留时间、混合液回流比、污泥龄等关键指标。工艺设计需重点关注构筑物的优化设计，根据所选工艺的要求，合理确定构筑物的类型、尺寸、数量，优化构筑物的内部结构，提升污染物去除效率。

提标改造尤其强调对现有构筑物的利旧改造，例如某 10 万 m<sup>3</sup>/d 污水处理厂由一级 B 提标至一级 A 时，原有曝气池 HRT 不足，设计未新建土建，而是投加悬浮填料将其改造为 MBBR 工艺，在不扩容前提下大幅提升硝化与脱氮能力。在生物处理构筑物设计中，合理设置曝气系统、搅拌系统，优化水力停留时间与污泥龄，强化微生物的代谢活动，提升生物处理效果；

#### 参考文献：

- [1] 曲勇,张燕,王媛媛,等.城市污水处理厂污泥黏性膨胀成因研究[J].中国给水排水,2026,42(03):95-102.
- [2] 成佳帅,孙霜梅.城市污水处理厂能源消耗与减排技术研究[J].黑龙江环境通报,2025,38(12):87-89.
- [3] 古励,盛国荣,潘伟亮,等.城市污水处理厂污泥特征分析及针对性减量方案[J].净水技术,2025,44(11):91-97.

在沉淀构筑物设计中，优化进水、出水方式，提升沉淀效率，减少污泥流失。

设备选型与布局设计也是工艺设计的重要内容，需结合工艺要求与运行需求，选择高效、节能、耐用、运维便捷的设备，兼顾与现有土建、管路、电气系统的匹配性，降低改造施工难度，合理布局设备位置，优化设备连接方式，确保设备运行协调有序，提升工艺运行的稳定性与可靠性<sup>[3]</sup>。

同时，需完善工艺运行控制系统的设计，建立智能化的运行监控体系，实时监测进水水质、出水水质、工艺运行参数，实现工艺运行的自动化调控，及时调整运行参数，应对水质、水量波动，确保出水水质稳定达标。

针对改造工程普遍面临的不停产施工、新旧工艺衔接等难点，设计阶段应划分施工单元、设置临时导流与超越管线，减少对正常运行的影响。还需考虑工艺的污泥处理与处置环节设计，优化污泥沉淀、浓缩、脱水工艺，实现污泥的减量化、稳定化、无害化处理，避免污泥二次污染。工艺设计过程中需注重细节把控，避免因设计疏漏导致工艺运行出现问题，同时需结合实际运行经验，优化设计方案，提升设计的科学性与合理性。

设计完成后，需进行全面的设计审核，排查设计中存在的问题与不足，及时进行修改完善；在施工过程中，加强设计交底与现场指导，确保施工过程严格按照设计方案执行，避免施工偏差影响工艺效能。同时，需注重工艺设计与后期运维的衔接，设计方案需充分考虑运维便捷性，为后期运维工作提供便利，降低运维难度与成本，确保工艺长期稳定高效运行。

### 4 结语

本文围绕城市污水处理厂提标改造中的工艺选择与设计展开探讨，明确工艺选择与设计是提标改造工程的核心环节，直接决定改造成效与长期稳定运行。通过分析工艺选择的核心要求与现存问题，提出科学的工艺选择路径与适配策略，结合实际情况优化工艺设计要点，解决提标改造中的相关难题，实现处理效果、经济成本与运维便捷性的统筹兼顾。