

城镇污水处理厂提标改造中深度脱氮工艺选择

李蓉蓉

葛洲坝集团生态环保有限公司 湖北 武汉 430000

【摘要】：城镇污水处理厂提标改造是落实水环境治理要求、缓解水体富营养化的关键举措，深度脱氮效果直接决定提标改造的达标质量，合理选择深度脱氮工艺是实现高效脱氮、控制改造与运行成本的核心。本文以城镇污水处理厂提标改造中深度脱氮工艺选择为核心，结合我国污水处理排放标准提升需求与现有工艺应用现状，分析不同深度脱氮工艺的适用场景、处理效能及经济性，明确工艺选择需兼顾进水水质特征、出水达标要求、场地条件及运维能力的核心原则，提出贴合城镇污水处理厂实际的工艺选择思路，为各类城镇污水处理厂提标改造中深度脱氮工艺的科学选型提供实践参考，助力污水处理行业实现减污降碳与水质提升的双重目标。

【关键词】：城镇污水处理厂；提标改造；深度脱氮；工艺选择

DOI:10.12417/2811-0528.26.11.091

引言

随着我国水环境治理不断深化，城镇污水处理排放标准持续严苛，原有污水处理厂处理工艺已难以满足新形势下的深度脱氮要求，提标改造成为行业发展的必然趋势。氮素超标排放是导致水体富营养化、引发水生态环境问题的主要诱因，深度脱氮作为提标改造的核心环节，其工艺选择的科学性直接关系到处理效果、改造投入及长期运行效益。当前各类深度脱氮工艺各具优劣，应用场景存在差异，部分污水处理厂在提标改造中因工艺选型不当，出现达标不稳定、运行成本偏高的问题。基于此，本文聚焦深度脱氮工艺选择展开探讨，结合行业实践梳理工艺选择的核心影响因素与思路，为后续正文深入分析各类工艺、提出优化选型方案奠定基础。

1 城镇污水处理厂提标改造中深度脱氮工艺选择的现实困境与核心问题

城镇污水处理厂提标改造的核心诉求之一是深度脱氮，确保出水总氮稳定达标，但工艺选择面临诸多困境。当前多数污水厂采用传统活性污泥工艺，处理低碳氮比市政污水时脱氮效果不佳，改造需调整现有构筑物布局，而多数老厂占地有限，无法新增大型处理单元，大幅限制工艺选择空间^[1]。不同区域污水水质差异大，部分混有工业废水，进水溶解氧、悬浮物浓度波动频繁，导致很多实验室效果良好的工艺，实际应用中总氮去除率不稳定，难以实现稳定达标。

深度脱氮工艺选择的核心痛点在于成本与处理效果的平衡。工艺运行需消耗碳源、电能等资源，外加碳源投加过量会推高运行成本并引发二次污染，投加不足则难以达标。部分高效工艺配套复杂调控系统，对运维能力要求高，但基层水厂普遍存在技术人员不足的情况，致使工艺投用后效能发挥不足、易出故障，形成“选得起、用不好”的困境，既增加隐性成本，

也制约提标改造实效。

工艺适配性不足与标准衔接不畅也成为工艺选择的重要困境和核心问题。不同深度脱氮工艺的适用范围存在明显差异，有的工艺适合高浓度总氮污水处理，有的则适用于低浓度尾水深度脱氮，而部分污水处理厂在选择工艺时，未充分结合自身进水水质、处理规模和出水标准，盲目跟风选择主流工艺，导致工艺与实际运行需求脱节。各地提标标准存在差异，重点流域要求更为严格，部分工艺在常规提标场景下可满足要求，但在重点流域场景下，因缺乏针对性优化，无法实现总氮稳定达标，同时现有工艺的运行参数调整与排放标准的衔接不够紧密，进一步加剧了工艺选择的难度。

2 城镇污水处理厂提标改造中主流深度脱氮工艺对比及选型影响因素

城镇污水处理厂提标改造中，深度脱氮工艺的合理选择直接影响出水总氮稳定达标，当前主流工艺以生物法为核心、物理化学法为辅助，各工艺在效能和运行方式上差异明显。缺氧-好氧工艺流程简单、投资低，通过控制水力停留时间，利用活性污泥实现连续脱氮，适用于中小规模水厂，但进水碳源不足时需额外投加碳源。厌氧-缺氧-好氧工艺增设厌氧段，可同步脱氮除磷、提升总氮去除率，适合规模较大且需同步处理氮磷的水厂，但流程长、对溶解氧和污泥回流比控制要求更高。

生物接触氧化工艺依靠填料载体形成生物膜，膜内可同步实现硝化与反硝化，抗冲击负荷强、污泥产量低，适合水质波动较大的城镇污水深度脱氮，但脱氮效率受填料与水力负荷影响明显，需定期清洗维护^[2]。反硝化深床滤池多作为末端深度处理单元，可直接处理二级出水，通过滤料截留与生物反硝化稳定去除硝态氮，出水能满足一级A及更高标准，不过运行中需严格控制滤速与反冲洗周期，防止滤池堵塞影响处理效果。

深度脱氮工艺的选型需结合污水处理厂的 actual 工况综合考量,不能盲目选用,进水水质特征是核心影响因素,进水氨氮、总氮浓度及碳氮比直接决定工艺适配性,碳氮比偏低的污水需优先选择能适配外加碳源的工艺。处理规模和场地条件也限制着工艺选择,老厂改造且场地受限的情况下,优先选用紧凑式工艺,避免大规模土建施工;出水排放标准则决定了工艺的处理精度,需达到地表水Ⅳ类及以上标准的,需选用组合工艺强化脱氮效果。运行成本和运维难度也需纳入考量,中小水厂需优先选择投资和运维成本较低、操作简便的工艺,确保提标改造后工艺能长期稳定运行,实现脱氮效能与经济性的平衡。

3 城镇污水处理厂提标改造中深度脱氮工艺的科学选型路径与实践适配策略

城镇污水处理厂提标改造中深度脱氮工艺的科学选型,需立足污水厂现有处理规模、进水水质特性及出水达标要求,结合厂区实际场地条件与运行成本预算,构建贴合实操的选型体系。实操中需先全面排查厂区现有构筑物的承载能力,检测进水总氮、氨氮、硝态氮含量及碳氮比,明确深度脱氮需达到的去除效率,避免盲目选型造成的资源浪费与运行隐患^[1]。对于进水碳氮比偏低、总氮浓度波动较大的污水厂,需优先考虑能强化碳源利用的工艺,通过内碳源挖掘或合理投加外碳源,保障反硝化反应充分进行,同时兼顾工艺与现有处理系统的兼容性,减少改造工程量与施工难度。

深度脱氮工艺的实践适配需紧密结合污水厂的实际运行场景,注重工艺的稳定性、经济性与可操作性,避免选用过于复杂、运维难度高的工艺。对于占地紧张的城镇污水厂,反硝

化深床滤池是较为适配的选择,该工艺集生物反硝化脱氮与物理过滤于一体,脱氮效率稳定,且构筑物紧凑、占地较少,可直接衔接现有二沉池,无需大规模改造厂区布局。对于原有工艺为厌氧-缺氧-好氧工艺的污水厂,可通过优化工艺参数,调整硝化液回流比、污泥回流比,控制好氧池与缺氧池的溶解氧浓度,强化原有工艺的脱氮能力,降低改造投入,实现提标要求。

科学选型与实践适配的核心是实现工艺性能与污水厂实际需求的精准匹配,兼顾达标效果与长期运维成本。选型过程中需充分考虑区域环境要求,对于位于重点流域、出水需达到地表水Ⅳ类标准的污水厂,可采用生物脱氮与物理化学脱氮结合的组合工艺,提升总氮去除率,确保出水稳定达标。需注重工艺的运维便捷性,选用运维流程简单、药剂消耗少、污泥产量低的工艺,减少后续运维人力与物力投入,确保深度脱氮工艺长期稳定运行,真正实现城镇污水处理厂提标改造的核心目标。

4 结语

城镇污水处理厂深度脱氮工艺选型是一项系统性工程,需突破场地受限、水质波动、成本失衡等现实困境,立足进水水质、出水标准、场地条件及运维能力精准适配。各类主流工艺无绝对优劣,关键在于实现处理效能、经济性与可操作性的有机统一。科学选型需依托现有构筑物优化,强化工艺适配性与标准衔接,兼顾减污降碳目标。唯有贴合污水厂实际场景,合理选用工艺并优化运行参数,才能确保深度脱氮稳定达标,推动污水处理行业高质量发展,助力水环境治理提质增效。

参考文献:

- [1] 向伟,简浩,岳中秋,等.深度处理技术在城镇污水处理厂提标改造中的工程应用[J].中国资源综合利用,2025,43(02):275-277.
- [2] 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.
- [3] 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(06):180-182.