第 8 卷◆第 8 期◆版本 1.0◆2025 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4740 /（中图刊号）：715GL012

污水处理厂尾水排放标准升级下的工艺改造路径研究

仲猛
成都市排水有限责任公司
DOI:10.12238/eep.v8i8.2789

[摘　要] 党的二十大报告提出,推动绿色发展,促进人与自然和谐共生,实施全面节约战略。但近年来随着各地污水处理排放标准逐步提升,处理工艺不得不深化,污水处理厂资源能源消耗激增,污水污泥资源化利用水平仍有待进一步提升。推动污水处理减污降碳协同增效,对促进能源资源的节约集约和循环利用具有积极意义。本文先分析污水处理厂尾水排放标准升级内容,再从尾水排放标准升级下污水处理厂工艺改造的核心技术方向进行归纳,后聚焦污水处理厂应对尾水排放标准升级的工艺改造实施路径,以期助力实现尾水达标排放,推行生态保护政策。
[关键词] 污水处理厂；尾水排放标准；工艺改造
中图分类号：U664.9+2　文献标识码：A

Research on Process Transformation Path Under the Upgrading of Tailwater Discharge Standards of Sewage Treatment Plants

Meng Zhong
Chengdu Drainage Co., Ltd.

[Abstract] The report of the 20th National Congress of the Communist Party of China proposed to promote green development, promote harmonious coexistence between man and nature, and implement a comprehensive conservation strategy. However, in recent years, with the gradual improvement of sewage treatment discharge standards in various places, treatment processes have to be deepened, resource and energy consumption of sewage treatment plants has surged, and the level of resource utilization of sewage sludge still needs to be further improved. Promoting the synergistic efficiency of sewage treatment to reduce pollution and carbon emissions has positive significance for promoting the conservation, intensive use and recycling of energy resources. This article first analyzes the content of the upgrade of sewage treatment plant tailwater discharge standards, and then summarizes the core technical directions of sewage treatment plant process transformation under the upgrade of tailwater discharge standards. Finally, it focuses on the implementation path of process transformation of sewage treatment plants in response to the upgrade of tailwater discharge standards, in order to help achieve standard tailwater discharge and promote ecological protection policies.
[Key words] sewage treatment plant; tailwater discharge standard; process transformation

引言

近年来,我国水环境治理逐步向高质量的方向迈进,各地相继根据实际情况出台了相应的地方尾水排放标准,对污水处理的末端效能提出了更高要求。面对尾水排放标准升级,大多数污水处理厂主动迎合标准变化,进行合理的工艺改造,推动自身的高效、精准化转型。因此,污水处理厂尾水排放标准升级下的工艺改造路径研究具有重要的现实意义。

1 污水处理厂尾水排放标准升级内容解析

1.1污染物控制对象的拓展延伸

控制对象的系统性拓展是尾水排放标准升级首要体现,从传统常规无机污染物延伸至复合污染因子。在部分指标基础上,如原有化学需氧量(COD)、悬浮物(SS)、总磷(TP)等,拓宽至新兴微量有机污染物、内分泌干扰物及特定生物毒性物质等,全面覆盖尾水污染物谱系。这种拓展不是指标的简单叠加,它以水环境生态风险评估为基点进行科学筛选,强调水体中污染物的迁移转化规律与生物累积效应,以便从多维度管控尾水造成的环境影响,正好与当前水生态系统保护的整体需求相契合。

1.2污染物排放限值的严苛调整

标准升级的核心维度是优化排放限值,转变趋势为“基准控制—精准管控”。不同区域水环境承载能力存在差异,故需构建

差异化限值体系，制定合理的排放要求来管控重点流域及敏感水体区域。于水体营养盐控制而言，对总氮、总磷的限值指标展开进一步细化，以便强化对水体富营养化的源头防控；针对有毒有害物质，则需明确检测方法、提高检测精度与降低限值阈值，使尾水排放对水生生物及人体健康的潜在风险大幅削减。整个标准限值过程与环境基准研究成果充分结合，达成环境保护目标与技术可行性的科学平衡。

1.3监测评估体系的系统优化

全面完善标准升级同步推动监测评估体系，从单一浓度监测演变为“浓度-效应-风险”综合评估。在监测指标体系上，建议将生物毒性测试、内分泌干扰效应评估等生物监测指标纳入其中，使化学监测对污染物综合效应表征的不足得到弥补；在监测频次与方法上，辅以自动在线监测技术与痕量污染物检测手段，助力监测数据的时效性与准确性的进一步提升。与此同时，构建尾水排放的生态风险评估框架，深度耦合尾水排放与受纳水体生态系统，最终形成“监测+评估+反馈”的闭环管理机制，为动态优化排放标准提供科学支撑。

2 尾水排放标准升级下污水处理厂工艺改造的核心技术方向

2.1深度脱氮除磷的技术演进

尾水排放标准升级推动下，深度脱氮除磷技术从传统工艺向高效化方向迭代。该技术强调精准去除水体营养盐，不再局限于传统硝化反硝化过程，通过优化微生物群落结构，调控微生物反应环境，实现短程硝化反硝化、厌氧氨氧化等关键过程协同作用的进一步强化。技术体系尤其注重对进水水质和水量波动的适应性，在低碳条件下，同步高效去除总氮与总磷，使尾水中营养盐含量更加稳定，符合受纳水体生态承载阈值，正好契合升级后标准对水体富营养化防控的更高要求，在一定程度上彰显在污染物去除效率与环境适应性上技术的双重提升。

2.2微量有机污染物的去除创新

根据国家在2022年发布的《新污染物治理行动方案》中，新增了新污染物治理的控制(如微量有机污染物等)要求。基于此，相关去除技术呈现多维度创新发展态势。技术体系的核心为混凝、吸附、高级氧化、膜分离等单元技术的协同应用。针对特征污染物开发混凝效果好、用药量省的药剂；通过开发借助功能材料改性使吸附剂对特定污染物的选择性得到提升；通过优化催化体系，进一步增强高级氧化过程的自由基生成效率；以膜组件性能升级为依托，助力强化污染物截留效果。实际上，深度处理技术创新的重点旨在解决复杂水体中微量污染物的迁移转化难题，以便高效降解内分泌干扰物、药物及个人护理品等新兴污染物，最终构建覆盖多类微量污染物的深度净化技术体系。

2.3污泥减量稳定的技术优化

污泥处理是污水处理工艺的重要环节，随着标准升级，污泥减量化与稳定化技术持续优化。对于污泥处理技术方向，主要以污泥产生量控制与污染物释放风险降低为基点展开，通过调控生物代谢路径达成污泥源头减量化。再者，可借助热化学处理手段，使污泥中有机污染物进一步降解与重金属进一步稳定。在技术体系中，处理过程的环境相容性尤为重要，避免污泥脱水过程中出现过度药剂消耗，引起后续处置环节的二次污染风险。最终，让污泥处理产物与资源化利用的基础条件相契合，形成匹配尾水净化工艺的全流程污染物控制技术链。

3 污水处理厂应对尾水排放标准升级的工艺改造实施路径

3.1工艺现状诊断与需求匹配

诊断工艺现状，要求聚焦污水处理厂现有运行体系的核心维度，立足三个基础层面，即工艺参数稳定性、污染物去除效能、设备运行状态。连续追踪现有处理单元的运行数据，有利于分析不同进水水质条件下COD、氨氮、总氮、总磷及微量有机污染物的去除规律。与此同时，还应统一分析范畴中纳入预处理单元、生化池、沉淀池、深度处理单元的运行特征，在此过程中，还需对曝气系统、搅拌系统、加药系统、污泥回流系统等关键设备的运行负荷与老化程度展开同步评估，使现有工艺与升级后排放标准在污染物控制指标上的差距得到进一步明确，为后续改造奠定基础。同时，要与污水处理厂的地理区位、受纳水体生态特征相结合。在这种结合模式下，诊断结果可将工艺本身的运行局限精准反映，同时也满足区域水环境治理的整体要求，避免出现诊断结论与实际应用场景脱节的情况。

以现状诊断结论为基点，需求匹配时构建“指标+工艺+约束”三维匹配框架，为实现达标要求与厂内实际精准对接提供支撑。其一，与升级后排放标准的各项限值要求对照，对现有工艺在特定污染物去除上的短板进一步识别，明确哪些环节需要强化，以及目标效能是什么，使改造需求与达标的核心诉求直接挂钩；其二，展开约束条件的综合考量，即污水处理厂地理位置、用地规模、现有设施布局、能耗药耗基数及运维能力等，区分“必须改造、优化提升、保留适配”三类需求优先级，避免盲目改造，严重脱离厂情实际。其三，建立需求权重评估矩阵，深度结合尾水达标要求与厂内实际承载能力，形成可落地的改造需求清单，使需求匹配结果在具备合规性的同时，亦能与污水处理厂的长期运行需求相适应，为选择后续技术方案奠定坚实的基础。

3.2技术方案比选与优化设计

比选技术方案，需建立多维度评估体系，以技术适配性、资源消耗性、运维可控性三个核心维度为基点实施量化与定性分析，该评估体系从源头出发，赋予方案科学性与可行性。

在技术适配性层面，对候选技术方案对目标污染物的去除效率展开重点考察，在评估范围中纳入强化生物处理技术、吸附与离子交换、高级氧化技术、膜分离技术等，与此同时，注重技术与现有工艺路线的兼容性，这种兼容性有利于避免技术路线冲突导致的改造复杂度提升；在资源消耗性层面，将不同方案的单位固定投资、单位水耗、电耗及药剂消耗量进行比对后，结合区域能源与药剂供应成本结合，进一步测算长期运行的资源投入规模，开展方案的经济性评估；在运维可控性层面，对技术方案需要运维人员专业能力、设备维护难度及故障处理周期展开

第 8 卷◆第 8 期◆版本 1.0◆2025 年
文章类型：论文|刊号（ISSN）：2630-4740 /（中图刊号）：715GL012

分析,确保方案有效衔接污水处理厂现有运维体系,为后续运维成本与操作风险的降低提供助力。

在比选技术方案的基础上,优化设计还需注重工艺单元的协同性与参数的精细化,进一步深化设计内容,以提升方案落地效果。于强化脱氮工艺设计而言,投加填料、调整生化池的水力停留时间、溶解氧浓度梯度后,可使短程硝化反硝化与厌氧氨氧化过程实现高效协同,有利于营养盐去除效率的显著提升;在深度处理单元设计中,为避免某一个处理单元处理效能不足,可将该单元的吸附材料的填充量、高级氧化系统的氧化剂投加比例等具体参数进一步明确,确保在每一个单元形成污染物去除的互补效应。另外,优化设计还必须充分考虑现有设施的改造潜力,微调可保留的构筑物结构并升级功能。这种改造方式有利于新建构筑物带来的投资成本与用地压力的减少,使技术方案最大化兼容现有设施,提升改造工程的资源利用效率。

3.3工程建设时序与流程管控

规划工程建设时序需以“分阶段实施、低影响运行”的原则为遵循,并与污水处理厂的实际处理负荷与运行周期结合,制定差异化建设计划,该思路的根本目的是平衡改造进度与日常运行需求。核心处理单元对尾水污染物去除效能产生直接影响,因此,改造工作需优先启动并优先保证。施工此类单元时,尽量选择进水负荷较低的时段,如枯水期,又或是区域用水低谷期均可。在施工期间,根据市政管网液位动态调整运行工况,有条件的地区可以将部分污水临时分流至备用设施。这样不仅能确保污水处理厂仍能维持基本达标排放,还在一定程度上避免改造工程对周边水环境的持续影响。另外,辅助系统对主工艺运行影响较小,可先进行核心单元的改造,使其稳定运行后实施。这种推进方式是分阶段的,避免多环节施工引起厂内生产运行紊乱,为污水处理厂整体运行的连续性提供保障。

在施工流程管控中,必须构建“安全-质量-进度”三位一体的管控体系,从多维度入手有序推进改造工程的各个环节。在安全管控层面,制定施工期间的安全生产规程尤为必要,采取专项防护措施,如分区域管理,生产区与施工区严格物理隔离,对有限空间作业、高空作业等风险环节重点关注,同时,定期展开安全隐患排查,通过一系列防护与排查措施,避免施工过程出现设备损坏、人员受伤等情况；在质量管控层面,先要对各施工环节的质量标准进一步明确,在标准体系中纳入构筑物防渗层施工的渗漏率要求、设备安装的精度误差范围,可以引入第三方机构,定期展开阶段性质量核验,这种核验方式有利于保证施工质量始终与设计规范符合,避免出现质量问题,导致后期返工,给各方造成不必要的麻烦；在进度管控层面,建立施工进度台账,对各节点的完成时限加以明确,实施施工进度与计划偏差的动态追踪,及时调整施工投入资源,如增加施工班组或优化施工流程的方式。最终,为改造工程的按期完工提供保障。

4 结语

综上所述,污水处理厂尾水排放标准升级下的工艺改造是一项系统性工程。通过工艺现状诊断与需求匹配、技术方案比选与优化设计、工程建设时序与流程管控三种路径,可构建污水处理厂工艺改造新范式。展望未来,相关行业的技术人员、专家等还需继续优化工艺改造路径,推动污水处理行业与水环境治理需求协同进步。

[参考文献]

[1]马耀宗,武海霞,孟庆宇.更严格排放标准下我国城市污水处理厂提标改造进展[J].净水技术,2023,42(11):37-48+126.

[2]周傲,方浩.某市污水处理厂印染废水处理工艺升级改造[J].云南化工,2024,51(11):161-164.

[3]佘步存.高排放标准污水处理厂尾水再生利用工程实践[J].市政技术,2025,43(6):263-270.

作者简介：

仲猛(1988--),男,汉族,四川苍溪人,硕士研究生,中级职称,研究方向：水污染处理。