

生态环境工程中废水处理工艺的技术管理与风险防控

侯志明

广东 东莞 523147

DOI:10.61369/EAE.2025060015

摘 要： 本文围绕生态环境工程废水处理工艺展开，介绍物理、化学、生物等处理工艺，从技术管理运行机制、风险要素辨识、风险评估模型构建等方面阐述技术管理要点与风险防控策略，强调专业技能培训、管理团队建设等重要性，指出智慧化管理平台及人工智能应用的发展方向。

关 键 词： 废水处理工艺；技术管理；风险防控

Technical Management and Risk Prevention of Wastewater Treatment Processes in Ecological Environment Engineering

Hou Zhiming

Dongguan, Guangdong 523147

Abstract： This article focuses on the wastewater treatment process of ecological environment engineering, introducing physical, chemical, biological and other treatment processes. It elaborates on the key points of technical management and risk prevention and control strategies from the aspects of technical management operation mechanism, risk element identification, and risk assessment model construction. It emphasizes the importance of professional skills training and management team building, and points out the development direction of intelligent management platforms and artificial intelligence applications.

Keywords： wastewater treatment process; technical management; risk prevention and control

引言

随着环保要求的日益提高，废水处理工艺的高效、稳定与可持续运行愈发关键。《“十四五”生态环境领域科技创新专项规划》于2022年颁布，为废水处理工艺发展指明方向。该规划强调提升污染治理技术水平与管理能力。废水处理工艺涵盖物理、化学、生物等多种方法，技术管理包含运行机制、能效提升等多方面，风险防控涉及预警、应急处理等策略。在此背景下，综合考量工艺技术、管理要点与风险防控，对于实现废水处理的生态环境目标，推动行业可持续发展意义重大。

一、废水处理工艺技术体系架构

（一）主要废水处理工艺分类及特点

废水处理工艺主要分为物理法、化学法和生物法。物理法基于物理作用，通过沉淀、过滤等操作，去除废水中不溶性固体或分离油水等。如沉淀法，依靠重力使悬浮颗粒下沉，适合去除粒径较大杂质；过滤则借助多孔介质拦截微小颗粒。化学法利用化学反应改变污染物化学性质，实现去除或转化，像中和法调节废水 pH 值，氧化还原法改变污染物价态。高级氧化技术通过产生强氧化性自由基降解难降解有机物。生物法借助微生物代谢作用分解转化污染物，活性污泥法利用悬浮生长微生物处理废水，适应能力强，能有效去除多种有机物。膜分离技术以压力为驱动力，依据膜孔径差

异分离不同粒径物质，具有高效、无相变等优点^[1]。

（二）现代技术管理运行机制

在生态环境工程废水处理工艺技术体系架构中，现代技术管理运行机制旨在实现高效、智能、可持续的处理过程。构建全生命周期管理框架，通过设备智能监控，实时掌握设备运行状态，提前察觉潜在故障，保障设备稳定运行。进行工艺参数优化，依据水质、水量等变化，精准调整处理参数，提升处理效果。实施能耗质量协同控制，在确保出水水质达标的同时，降低能源消耗，提高能源利用效率。TPM 全员生产维护体系在工艺管理中，强调全体员工参与设备维护与管理，从设备操作、日常保养到定期检修，形成全员维护网络，延长设备使用寿命，减少故障停机时间，以提高废水处理工艺的整体稳定性与可靠性^[2]。

二、废水处理工程风险识别与评估

（一）关键风险要素辨识

在废水处理工程里，基于失效模式与效应分析（FMEA），关键风险要素可从多方面辨识。设备故障方面，处理设施如泵、阀门等若出现故障，会影响废水输送与处理流程的正常运行。水质冲击负荷不容忽视，像石油化工、制药等行业废水成分复杂多变，突发的水质剧烈波动会超出处理工艺的承受范围，破坏处理系统稳定性^[3]。微生物失活也是重要风险，废水处理常依赖微生物代谢，有毒有害物质、温度及 pH 值的极端变化等，都可能导致微生物活性降低甚至死亡，进而削弱处理效果。二次污染风险亦需关注，处理过程中产生的污泥、废气等若处置不当，会对周边环境造成新的污染。

（二）风险评估模型构建

构建风险评估模型时，融合模糊层次分析法（FAHP）与贝叶斯网络。模糊层次分析法能有效处理风险评估中的模糊性与不确定性因素，通过构建层次结构模型，对各指标进行两两比较并确定相对重要性权重^[4]。贝叶斯网络则基于概率推理，可反映风险因素间的因果关系，根据已知信息更新风险概率。同时，建立三级评估指标体系，工艺稳定性方面，考量处理工艺对水质、水量变化的适应能力等；环境合规性方面，关注废水排放是否符合相关标准法规；运行经济性方面，分析处理成本、资源回收利用情况等。此模型与指标体系相结合，可实现对废水处理工程风险的量化评估，为后续风险防控提供有力依据。

三、技术管理的核心要素

（一）工艺优化控制策略

1. 过程控制系统设计

在生态环境工程废水处理工艺的技术管理中，过程控制系统设计至关重要。基于 PLC 和 SCADA 的自动控制方案，可实现对废水处理过程的精准监控与调控。PLC 作为核心控制器，能够依据预设程序对设备进行自动化操作，确保处理流程的稳定运行。SCADA 系统则侧重于数据采集与监控，实时反馈溶解氧、污泥浓度等关键参数。在此基础上，开发针对这些关键参数的多变量预测控制算法^[5]，可提前预估废水处理过程中可能出现的变化，及时调整控制策略，实现对废水处理过程的动态优化，提升处理效率与质量，使废水处理工艺在技术管理层面更加科学、高效，降低处理过程中的不确定性，更好地满足生态环境工程对废水处理的严格要求。

2. 能效提升管理方法

在生态环境工程废水处理工艺的技术管理中，能效提升管理方法至关重要。建立能耗基准值管理制度，可清晰界定废水处理各环节合理能耗范围，为节能工作提供明确目标与衡量标准。实施水泵曝气系统的变频调速改造，能依据废水处理实际需求精准调控设备运行功率，避免能源浪费。例如，根据水质、水量变化实时调整水泵流量与曝气强度，使设备在高效节能状态下运行。

同时，热能回收利用的优化配置也是关键。通过高效的热交换技术，将废水处理过程中产生的废热进行回收，用于预热进水或其他需要热能的环节，提高能源综合利用率，实现废水处理工艺的节能降耗，推动生态环境工程可持续发展^[6]。

（二）人员能力建设体系

1. 专业技能培训机制

在生态环境工程废水处理工艺的技术管理中，专业技能培训机制至关重要。应设计一套涵盖工艺原理、设备操作与应急处置的模块化培训课程体系。工艺原理培训让员工深入理解废水处理的科学依据，明白各类处理方法背后的化学、物理及生物原理，以便在实际操作中灵活应对。设备操作培训则注重实践，使员工熟练掌握各种废水处理设备的操作流程、注意事项，确保设备高效稳定运行。应急处置培训必不可少，模拟可能出现的突发情况，如设备故障、水质异常等，教授员工快速有效的应对策略。同时，制定岗位胜任力评估标准^[7]，以科学量化的方式检验员工培训效果，促使员工不断提升专业技能，更好地服务于废水处理工作。

2. 管理团队建设方案

在生态环境工程废水处理工艺的技术管理中，管理团队建设方案至关重要。应构建技术研发、生产运营、质量管理协同工作机制，促使各环节紧密配合。鼓励团队成员跨领域交流，打破专业壁垒，形成有机整体，为废水处理工艺的优化与实施提供全方位支持。同时，提出跨专业复合型人才梯队建设策略^[8]。通过内部培训、外部进修等方式，培养既懂废水处理技术，又熟悉运营管理与质量把控的复合型人才。搭建多层次人才架构，从初级操作人员到高级技术专家，确保每个岗位都有合适人才支撑，为废水处理工艺的持续改进与稳定运行奠定坚实的团队基础，保障生态环境工程废水处理项目高效推进。

四、风险防控实施策略

（一）过程风险控制措施

1. 预警系统开发

在生态环境工程废水处理工艺的风险防控中，预警系统开发至关重要。通过集成在线水质监测数据与专家知识库来构建风险预警决策支持系统。在线水质监测数据能够实时反馈废水处理过程中的各项指标，如酸碱度、重金属含量、化学需氧量等。而专家知识库则汇聚了众多专业知识和过往处理经验。将两者结合，系统能够依据实时数据与知识储备进行智能分析，及时发现潜在风险。同时，制定分级响应预案。根据风险程度划分不同等级，针对每个等级设定相应的应对措施，例如轻度风险采取常规检查与微调处理参数，中度风险加强监测频率并组织技术人员研讨解决方案，重度风险立即停止相关工艺流程并启动应急处理机制，以此有效防控废水处理过程中的风险^[9]。

2. 应急处理技术储备

在生态环境工程废水处理工艺的风险防控中，应急处理技术储备至关重要。建立冲击负荷缓冲调节池，可有效应对废水水量、水质突发变化，避免对后续处理单元造成冲击。通过合理设

计调节池的容积、水力停留时间等参数，保障其缓冲效果。配置化学除磷应急投加装置，在生物除磷效果不佳或总磷指标临近超标时，能快速投加化学药剂实现除磷，确保出水水质达标。同时，完善微生物快速活化技术方案，当微生物受到冲击活性降低时，依据该方案可迅速恢复微生物活性，维持处理系统稳定运行。这些应急处理技术储备能有效保障废水处理工艺在面对突发情况时的可靠性，有效降低处理风险^[10]。

（二）环境风险管理体系

1. 环保合规性管理

在生态环境工程废水处理工艺的风险防控实施策略中，环保合规性管理至关重要。建立废水排放标准动态跟踪机制，密切关注国家及地方相关标准的更新变化，确保废水处理始终符合最新要求。优化自行监测方案，依据废水特性、处理工艺及法规规定，精准确定监测指标、频率与方法，提高监测的科学性与准确性，及时发现潜在风险。规范环境台账管理，详细记录废水处理过程中的各项数据，如水质监测结果、药剂使用量、设备运行参数等，使处理流程透明化，便于追溯与分析，一旦出现风险，能够快速定位问题根源并采取有效措施，保障废水处理工艺合规稳定运行。

2. 生态安全防控机制

在生态环境工程废水处理工艺的风险防控实施策略方面，建立末端排放口生态风险评估制度意义重大。通过对末端排放口进行全面、科学的生态风险评估，能够及时发现潜在风险，比如排放的废水对周边生态环境可能造成的污染影响，包括对水生生物、土壤等的危害。基于评估结果，可针对性地调整处理工艺。同时，实施环境激素类污染物的深度处理技术管控必不可少。环境激素类污染物对生态系统和人体健康危害极大，需采用先进的深度处理技术，如高级氧化技术、膜分离技术等，确保这类污染物得到有效去除，从而降低废水排放对生态安全造成的风险，保障生态环境的可持续发展。

（三）长效保障机制建设

1. 管理制度标准化

在生态环境工程废水处理工艺的风险防控中，管理制度标准化极为关键。编制工艺操作指导书，需精确阐述废水处理各环节操作流程、技术参数及质量标准，确保操作人员能准确规范执行

任务，减少因操作不当引发的风险。同时，建立风险控制手册，详细分析各阶段潜在风险，如设计阶段工艺选型不合理、施工阶段设备安装不规范、运营阶段水质波动应对不当等，并制定相应的预防与应对措施。构建覆盖设计、施工、运营全阶段的标准作业程序，使每个环节都有章可循，实现废水处理工艺的有序推进，从制度层面保障废水处理效果，降低风险，促进生态环境工程长期稳定运行。

2. 持续改进体系构建

在生态环境工程废水处理工艺的风险防控中，持续改进体系构建可通过以下方式实现。实施PDCA管理循环，即计划（Plan）阶段，结合废水处理实际需求与目标，制定科学合理的处理计划与技术管理方案；执行（Do）阶段，严格按照既定方案开展废水处理操作，并做好记录；检查（Check）阶段，依据相关标准与指标，对处理效果及技术管理情况进行全面检查；处理（Act）阶段，针对检查中发现的问题，及时采取有效措施加以改进，并总结经验，将成功的做法纳入标准。同时，建立基于Benchmarking的绩效评价制度，通过与行业标杆对比，明确自身优势与不足，促进技术管理水平提升。完善管理评审与纠正预防机制，定期对废水处理工艺的技术管理体系进行评审，及时发现潜在风险并采取纠正预防措施，确保废水处理工艺稳定高效运行，实现生态环境工程的可持续发展。

五、总结

在生态环境工程的废水处理工艺里，技术管理要点与风险防控策略组合至关重要。其贯穿于废水处理的各个环节，从预处理到深度处理，每一步都需精细把控。基于数字孪生技术开发智慧化管理平台，为废水处理提供了新的方向，它通过虚拟模型实时反映真实处理过程，助力管理者及时掌握情况并做出决策。同时，全过程风险防控体系是实现污水处理设施稳定达标运行的关键，从源头到排放口，对潜在风险进行全面识别、评估与控制。未来，深化人工智能技术在工艺优化与风险管理中的应用，有望进一步提升废水处理的效率与质量，推动生态环境工程领域的可持续发展。

参考文献

- [1] 南敏. SX 金控集团财务风险防控研究 [D]. 西北大学, 2021.
- [2] 刘丁宁. 泰禾集团债券违约风险识别与防控研究 [D]. 北京交通大学, 2022.
- [3] 崔若凡. Y 消费金融公司风险防控研究 [D]. 山东财经大学, 2023.
- [4] 阎丽霞. 企业刑事合规风险防控研究 [D]. 山西大学, 2021.
- [5] 马慧. 数字货币法律风险防控研究 [D]. 贵州师范大学, 2021.
- [6] 张皓, 肖名远. 突发新闻中的风险防控探析 [J]. 新闻前哨, 2024(11): 65-66.
- [7] 贾晓玮. 证券交易中的风险识别及风险防控 [J]. 经济研究导刊, 2023(1): 92-94.
- [8] 侯业祥. 煤制烯烃中废水处理工艺概述 [J]. 内蒙古石油化工, 2021, 47(9): 52-54.
- [9] 王海霞. 证券交易中的风险识别及风险防控 [J]. 管理学家, 2024(5): 40-42.
- [10] 王喆, 范秀全, 蒋振洋, 等. 石化企业环境风险分析与风险防控对策 [J]. 化工管理, 2023(15): 57-62.