

# Analysis of High Concentration Organic Wastewater Treatment Technology in Chemical Enterprises

Hu Wang

Jiangsu Haixing Chemical Co., Ltd., Yancheng, Jiangsu, 224100, China

## Abstract

High-concentration organic wastewater, characterized by high organic content, complex composition, and strong toxicity, has become a major challenge in environmental management for chemical enterprises. This paper systematically reviews mainstream treatment technologies—including physical, chemical, and biological methods—focusing on the characteristics of such wastewater. Analysis reveals that single-method treatment often fails to meet discharge standards, making integrated multi-technology approaches the prevailing trend. Each technology demonstrates distinct advantages in removal efficiency, cost-effectiveness, and adaptability. Through comparative analysis of existing solutions, the study outlines development directions for efficient and eco-friendly wastewater treatment. Research indicates that integrated process innovation and enhanced management practices are crucial for sustainable development in the chemical industry. This study provides theoretical foundations and practical references for achieving harmless and resource-efficient treatment of high-concentration organic wastewater in the chemical sector.

## Keywords

high concentration organic wastewater; chemical industry; wastewater treatment technology

## 试析化工企业高浓度有机废水处理技术

王虎

江苏海兴化工有限公司，中国·江苏盐城 224100

## 摘要

高浓度有机废水因其有机物含量高、成分复杂、毒性强，成为化工企业环境治理的重要难点。本文围绕化工企业高浓度有机废水的特点，系统梳理了主流的处理技术，包括物理法、化学法以及生物法等。分析发现，单一处理方法难以满足废水达标排放要求，采用多种技术的组合工艺已成为主流趋势。各类技术在去除效率、经济性与适应性方面各有优缺点。通过对现有技术的梳理与对比，总结了实现废水高效、绿色处理的发展方向。研究表明，推动处理工艺的集成创新与提升管理水平，是促进化工企业可持续发展的关键。该研究为化工行业实现高浓度有机废水无害化、资源化处理提供了理论支持和实践参考。

## 关键词

高浓度有机废水；化工企业；废水处理技术

## 1 引言

随着中国化工产业快速发展，化工企业在经济效益不断提升过程中，生产环节排出大量高浓度有机废水，已经构成环境污染最重要来源。根据国家生态环境部门统计数据，化工行业污水排放总量在全国工业废水里排名第一，这类废水里面含有大量难降解有机物、重金属和有毒有害物质，会给江河湖泊水体和周边土壤生态系统带来持久而极为严重破坏。水体出现富营养化、水环境安全受到威胁、人体健康面临风险等一系列问题都跟这类废水密切相关，所以彻底治理高浓度有机废水变成当前最紧迫必须解决的技术难题。为

了解决这个问题，国内外面专家和工程技术人员一起开发出很多种处理工艺路线，比如物理分离法、化学氧化法、厌氧好氧生物降解法等等，大家还在不断调整工艺参数、改进处理流程，致力于把废水处理得更干净彻底，同时尽量把废水里面的有用物质回收利用起来。现有研究显示，各种单一处理技术于去除效果及经济性层面都具有一些局限性，难以完全达到废水达标和资源回收。研究多种处理技术集成创新、协同效应及规模化应用，已经变为促进化工企业有机废水高效能治理的最新趋势。本文意在体系化分析化工企业高浓度有机废水的特性与主流处理技术，明确多元化、绿色化处理工艺的发展目标，给行业可持续发展给予理论依据及技术支持。

【作者简介】王虎（1986-），男，中国江苏盐城人，本科，工程师，从事环境工程，三废治理等研究。

## 2 高浓度有机废水的理化特性及来源

### 2.1 高浓度有机废水的主要组成与特性

高浓度有机废水成分非常复杂，理化特性也很显著，来源主要是化工生产过程中产生的反应废液、副产物分离出来的液体还有设备清洗下来的废水。这类废水里面污染物浓度很高，包含大量很难被微生物分解的物质，比如酚类化合物、醛类化合物、胺类化合物还有多环芳烃这些物质，同时还携带毒性很强的重金属离子和悬浮颗粒物。从理化特性来看，高浓度有机废水化学需氧量很高、生物需氧量也很高、酸碱度变化非常剧烈，有些废水油脂含量很高或者含有大量容易挥发的有机物。废水毒性强、会抑制微生物生长、传统处理方法很难把污染物完全去除，这些特点让废水处理变得特别困难，对生态环境和人体安全带来重大威胁。正是因为上面这些特性，处理高浓度有机废水难度很大，选择合适处理技术和工艺组合必须满足更加严格要求。

### 2.2 化工企业废水的典型来源与产生环节

化工企业属于生成高浓度有机废水主要来源，废水贯穿原料投料到产品包装整个生产流程以及设备清洗冷却等辅助操作环节。原料预处理阶段最易生成包含大量油脂悬浮颗粒以及有毒化合物废水。反应阶段会排出包含有机溶剂未反应单体和各种副产物废水。后续分离精制阶段易于生成含盐量极高或者包含结构十分复杂化合物高浓度废水。设备清洗用水冷却用水排出时经常携带较多有机污染物。某些特定化工行业例如农药生产染料生产医药制造行业生成废水往往包含难降解有机物 COD 数值很高颜色深毒性强物质使得处理难度极大增加。废水成分十分复杂包含大量难降解污染物会对环境带来极其严重危害。因此必须根据废水具体来源水质特点选择针对性处理技术方可有效减少污染物排放。

### 2.3 高浓度有机废水对环境的影响

极高浓度有机废水给环境带来各种不利影响。有机物含量极高、毒性很强，会导致水体富营养化，打破生态平衡，阻碍水生生物正常生长繁殖。废水里面复杂化学成分容易形成长期性污染，很难自然降解，给土壤地下水质量带来严重威胁。某些成分迁移积累以后会渗入食物链，威胁人类身体健康。废水释放恶臭气体以及挥发性有害物质扩散造成空气质量下降同样不可忽视。

## 3 主流处理技术分类与原理

### 3.1 物理法的关键工艺与适用范围

物理法处理高浓度有机废水属于基础治理方式，靠物理作用把废水里面的悬浮物还有一部分有机污染物分开或者清除掉。常用工艺有沉淀、过滤、吸附还有膜分离技术这些。沉淀就是靠颗粒物本身比水重这个特点自然往下沉，把固体污染物沉到底部从废水里分离出来，特别适合用来治理那些悬浮颗粒特别多、浓度很高的废水。过滤就是让废水流过一层过滤材料，把比较细小的颗粒物挡住卡住，这样能把

水质明显变清变好，适合拿来先把浊度很高的废水做一次粗略净化。吸附就是用吸附剂把废水中溶解掉的有机物还有重金属离子牢牢吸住一起带走，这种方法适应能力强，用得很多很普遍。膜分离技术依赖微滤、超滤、纳滤以及反渗透等膜系统对废水达成高能分类处理，可以清除小分子有机物和盐分，该技术在精细化处理领域展现显著。一般来说，物理法拥有运行简易、经济性优良、对环境和谐等优势，但对复杂废水中部分污染物清除能力具有限制，必须联合其他技术达成彻底管理。

### 3.2 化学法的工艺路径与技术进展

化学法处理高浓度有机废水主要利用化学反应速度快、针对性强的特点，去除废水里面结构复杂的有机物，同时大幅减少毒性污染。现在常用的工艺包括氧化法、混凝沉淀法和中和法这些方法。氧化法通过催化剂帮助化学氧化剂把有毒有害化合物彻底降解掉，人们常用高级氧化技术 AOPs，比如臭氧氧化、光催化氧化、电催化氧化这些方式，优点就是处理速度快、效果好。混凝沉淀法就是往废水里加入絮凝剂，让悬浮的杂质和一部分溶解的污染物快速聚集到一起沉下去，这样就能分离出来。中和法专门用来处理酸性或者碱性废水，把废水酸碱度调节到国家允许排放的范围。现在这个领域最关注的事情就是开发新型催化剂材料，提升化学药剂的使用效率，尽量少产生二次污染物，最终走出一条更加绿色环保的化学处理道路。大量研究已经显示，把化学法跟其他处理方法结合起来使用，能大幅提升整体处理效果。

### 3.3 生物法的应用基础与改进措施

生物法依靠微生物对有机污染物的降解能力，借助改善工艺条件，能明显提升处理效率。主要方法包含好氧法、厌氧法以及其组合技术，应用中必须克服微生物适应性弱、处理时间久等问题。改进措施着重选育高效菌种、改善生物反应器结构及加强运行稳定性，联合其他技术能达成废水处理工艺的协同增强，对复杂废水的经济、高效处理带来保障。

## 4 组合工艺的技术集成与效果对比

### 4.1 技术集成的主要模式及工艺流程

联合处理工艺已经发展成化工企业处理高浓度有机废水最核心的技术路线，主要方式包含物理方法跟化学方法、生物方法一起配合使用，还有各种技术之间进行深度结合。物理方法一般用在前面预处理阶段，采用过滤、沉淀这些方式可以把废水里漂浮的颗粒物含量大幅降下来，这样就能给后面处理步骤提供更好条件。化学方法主要靠氧化、吸附这些反应，加入药剂之后能大幅提高污染物分解速度，对于某些特定污染物处理起来特别有针对性。生物方法则是利用微生物吃掉废水里的有机物，把有机物彻底分解变成二氧化碳和水，这属于废水处理最后一道最关键的步骤。技术集成的关键在于优化工艺流程和精准选择参数，先采用物理法去除废水中的大颗粒物质，减少后续处理负担，接着运用化学法，

针对性地去除高毒性污染物,最后借助生物法,深度转化和矿化有机物,保障废水处理稳定且达标排放,科学设计工艺流程,能充分发挥各技术优势,降低运行成本,推动废水处理技术发展应用。

#### 4.2 去除效果经济性与适应性的对比

各种组合工艺处理废水时,去除污染物的能力、花费多少钱、能不能适应不同情况,这三方面都有显著差异。物理化学联合工艺往往可以快速减少有机物含量,不过花费偏高,更适合处理成分比较单一的废水。化学加生物组合工艺可以高效清除复杂废水里那些有毒、难分解的物质,花费比较合理,可是一旦废水浓度太高,处理效率就容易下降。物理生物化学三者一起使用能够发挥协同作用,针对多种复杂污染物都能实现高效去除,无论水质怎么变化、运行条件怎么调整,都能体现出很强灵活性。实际工程中到底选哪种组合方式,必须根据废水具体成分、想要达到什么处理目标、成本要控制到什么程度这些因素全面权衡,最终达到既省钱又保护环境的目的。

#### 4.3 存在问题与优化方向

组合工艺用起来处理速度确实很快,但是成本高低不合理、不同废水适应能力差、日常操作和管理特别麻烦这些问题还是很明显。实际运行过程中,废水成分太复杂,选哪种工艺都很受限,经常出现前后工艺接不上、处理能力卡壳的情况。今后改进重点应该放在大幅提升多种工艺组合的融合程度,开发出几种工艺能互相配合发挥更大效果的新技术,加强自动控制和智能管理系统的建设,更加重视工艺的经济效益分析和持续优化工作,从而实现高浓度有机废水处理过程既高效又稳定,同时把里面的有用资源尽可能回收利用起来,整体水平得到明显提升。

### 5 绿色高效处理的发展路径

#### 5.1 绿色工艺集成创新方向

改进工艺组合方式已经成为化工企业彻底解决高浓度有机废水难题最靠谱的办法。把新技术跟老工艺好好结合到一起,就可以保证废水处理干净的同时,大幅提升水和电这些资源的利用率。废水处理这件事情,最关键就是要尽量少用化学药剂,把材料和能源消耗降到最低,从根本上防止产生新的污染。把物理方法、化学方法、生物方法各自的优点组合起来,取长补短,就能让几种方法一起发力,效果比单独用好很多。如果把高级氧化技术和膜分离技术联合起来使用,就能快速清除污染物,而且氧化过程中产生的中间物质还能被利用起来帮忙做预处理,让后面的步骤变得更顺利、

效率更高。利用新型催化剂材料,可以推动废水处理反应在低能耗条件下高效进行,这样就能大幅度降低整个处理过程需要的费用,最终实现整个工艺完全绿色环保。把先进的过程控制技术结合起来,比如安装智能监测设备加上自适应调节系统,就能随时根据实际情况自动调整废水处理过程中各种运行参数,让整个工艺创新变得更加稳定可靠。走绿色工艺集成这条路,不仅能明显提升废水处理效率,而且还能帮助化工企业把废水变成可以再次利用的资源,真正做到可持续发展这个目标。

#### 5.2 智能化管理与运行提升策略

智能管理加上运行水平提高,对处理高浓度有机废水起到决定性作用。企业只要用上先进信息技术还有自动化设备,就能随时监控废水处理情况,还能精准控制每一步操作。靠各种传感器加上数据分析平台,系统可以立刻获取水质数据,然后自动调整处理工艺流程。使用人工智能算法可以不断改进整个工艺流程,这样既能少用能源和化学药品,又能让处理效果变得更好。把物联网技术整合进来建立一套智能管理系统,各种设备就能互相配合工作,还支持远程操作,这样大大降低人动手带来的安全风险。有了智能管理做基础,再靠不断改进运行参数加上实时在线故障诊断功能,就能让整个处理系统跑得更稳定、更可靠,最终帮助化工企业做到废水处理又绿色又高效,也带动整个环保管理水平大幅提升。

#### 5.3 废水资源化利用的实践与前景

废水资源化利用借助深度处理技术达成有价值组分的分离和回收,涵盖有机物转变为生物能源、无机物回收稀贵金属等,推动资源循环和经济价值提高。融合先进工艺和工业需求,把废水转变为生产资源已成为绿色发展的重要方向,对达成化工企业的可持续发展带来了广阔前景。

#### 参考文献

- [1] 王巍.化工合成高浓度有机废水处理技术探究[J].中国石油和化工标准与质量,2020,(18):225-226.
- [2] 胡淼.化工合成中高浓度有机废水处理技术[J].名城绘,2020,(11):0599-0599.
- [3] 许新兵.试析化工合成中的高浓度有机废水处理技术[J].当代化工研究,2021,(09):104-105.
- [4] 郑会明.化工合成高浓度有机废水处理技术分析[J].华东科技:综合,2020,0(08):0242-0242.
- [5] 王晨周红蝶.高浓度有机废水处理技术进展[J].农村实用技术,2020,0(03):161-162.