

# Study on safety hazard control and discharge compliance in chemical wastewater treatment process

Hangjian Zhang

DuPont Xingda (Wuxi) Single Silk Co., Ltd., Wuxi, Jiangsu, 214183, China

## Abstract

In the chemical industry, wastewater treatment is an important concern in the field of safety and environmental protection. This study aims to analyze and optimize the safety risks of chemical wastewater treatment process, effectively improve the treatment efficiency and safety, and ensure the environmental compliance of wastewater discharge. Using scientific methods such as multivariate statistical analysis and accident tree analysis, we find and sort out many safety risks in the processing process, including chemical leakage, equipment failure, human operation error, etc. We designed the solutions to these problems and improved the original process, which significantly improved the safety of the wastewater treatment process. At the same time, through the adjustment of the treatment process and the use of new environmental protection materials, the parameters of the discharge wastewater meet the standard, and the discharge compliance is significantly improved.

## Keywords

chemical wastewater treatment; safety risks; environmental compliance

## 化工废水处理过程中的安全隐患控制与排放合规研究

张航健

杜邦兴达（无锡）单丝有限公司，中国·江苏 无锡 214183

## 摘要

在化工工业中，废水处理是安全和环保领域的重要关注点。本研究旨在分析和优化化工废水处理过程的安全隐患，切实提高处理效率和安全性，保证废水排放的环境合规性。采用多元统计分析和事故树分析等科学方法，发现并整理出现有处理过程中存在的多个安全隐患，包括化学物质泄漏，设备故障，人为操作失误等。我们设计了针对这些问题的解决措施并对原有流程进行改进，显著提高了废水处理过程的安全性。同时，通过调整处理工艺和采用新型环保材料，使得排放废水的各项参数均达标，排放合规性显著提升。

## 关键词

化工废水处理；安全隐患；环保合规

## 1 引言

化工工业作为全球重要的产业之一，它的废水排放和处理问题具有极高的重要性。这些废水含有大量有害物质，如重金属、有机物及多种无害与有害化合物，若无法得到有效处理和妥善排放，将引发严重的环境污染和健康风险。当下，化工废水处理中的安全隐患仍是企业和社会亟待解决的难题。据最近的统计数据显示，化工废水处理事故频发，其中包括化学物质泄漏、设备故障及人为操作失误等，增加了这一问题的复杂性与重要性。由于上述问题，本研究将聚焦于化工废水处理过程中的安全隐患控制及排放合规性问题。我们首先采用多元统计分析和事故树分析等科学的研究方法，去发现和整理处理过程中现有的安全隐患，然后针对这

些问题，我们尝试提出并设计相关的解决措施，对原有的处理流程进行改进及优化，并使其达到环保排放标准，旨在切实提高废水处理的效率、安全性，以及排放的环保合规性。

## 2 化工废水处理过程中主要危险有害因素介绍

### 2.1 化学物质泄漏问题

化学物质泄漏是化工废水处理过程中常见且严重的安全隐患<sup>[1]</sup>。其危害不仅限于对作业人员的健康威胁，还有可能对处理设备造成损害，进而影响废水处理效率和环境安全<sup>[2]</sup>。化学物质在废水处理过程中需严格控制，无论是化工废水本身还是处理所用的药剂，通常都带有腐蚀性和毒性，即便是轻微的泄漏也可能引发重大的安全事故，因此，识别和防范化学物质泄漏的工作显得尤为重要。潜在泄漏的主要来源包括设备、设施、管线本体的设计、制造缺陷和腐蚀、疲劳、老化，接头密封异常等。在废水处理现场，尤其要关注埋地管道、储液罐、反应池等的运行状态，及时检查并维护关键

【作者简介】张航健（1992-），男，满族，中国吉林松原人，本科，工程师，从事安全工程研究。

部位。通过对关键环节的严密监控及快速反应,可有效减少化学物质泄漏的发生,并为整个废水处理环节的安全性提供保障。

## 2.2 设备故障问题

设备故障是化工废水处理过程中引发安全事故的关键因素之一,其突发性和复杂性对整体处理流程构成显著威胁。不当的设备选型、建设与安装会降低系统稳定性,而运行阶段的设备则可能因磨损、腐蚀、老化、疲劳及环境变化等因素出现故障,导致化学物质泄漏、机械伤害、触电、火灾、中毒窒息等严重后果。

在化工废水处理环境中,设备长期遭受复杂的物理化学作用,故障风险可能加剧,进而引发次生事故,如异常气体排放和环境污染扩散。从工艺角度看,缺乏定期有效维护会导致泵阀失灵、工艺参数失控,影响出水稳定性。研究表明,科学制定并执行设备维护计划能显著降低故障发生概率,据行业统计,降幅可达40%以上<sup>[2]</sup>。因此,为确保化工废水处理过程的安全与稳定,必须重视设备选型、安装及运行维护,通过科学管理减少故障风险,保障处理流程的安全高效运行,防止环境污染和事故的发生。

## 3 安全隐患统计与事故树分析

### 3.1 多元统计分析法的应用

在化工废水处理安全隐患分析中,多元统计分析法是一种有效的工具,用于识别和评估潜在的风险因素。通过该方法,可以从大量复杂的数据集中提取出关键变量,帮助识别化工废水处理过程中潜在的安全隐患。多元统计分析包括主成分分析、因子分析和聚类分析等技术。这些技术能够将多维度数据转化为易理解的指标,为化工过程安全隐患的识别提供依据。主成分分析可以将多个变量整合为少数几个主成分,有效减少了数据的复杂性。因子分析则可帮助识别潜在的、共同影响多个观测变量的因素。聚类分析有助于将相似的风险事件进行分类,便于集中处理和控制在。通过多元统计分析,发现了化工废水处理系统中易被忽视的隐患,如特定化学物质在特定条件下的泄漏频率及其影响程度,提供了改进处理流程的数据支持<sup>[3]</sup>。

### 3.2 事故树分析的实施

事故树分析法通过建立事故树模型,对化工废水处理过程中的安全隐患进行系统化描述和量化分析。该方法通过定义顶事件,结合基本事件及中间事件,识别并理解可能导致顶事件发生的各种路径和原因。在化工废水处理中,顶事件通常设定为重大安全事故,如化学物质泄漏或设备重大故障。通过对基本事件的频率和可能性进行统计,可以量化每个事件对顶事件的贡献度,从而识别关键节点。事故树分析不仅有助于明确安全隐患的源头,还能够支持针对性安全策略的制定,以防止顶事件的发生。通过这种系统化的分析方法,废水处理的安全性和可靠性得以有效提高。

### 3.3 分析结果的综合及总结

通过多元统计分析法与事故树分析的结合,逐一识别化工废水处理过程中的关键安全隐患。分析结果显示,化学物质泄漏大多源于管道老化及密封不严,设备故障主要与长期缺乏有效维护有关,而人为操作失误则集中于操作规程不当及缺乏足够的培训支撑。这些隐患不仅影响处理效率,还对操作人员和环境构成潜在威胁。通过综合整理,发现隐患呈现出复杂交织、相互影响的特性,为改善现有废水处理流程提供了明确的优化方向,进而提升整体安全性。

## 4 安全隐患控制措施与制度设计

### 4.1 泄漏检测报警系统的增设

泄漏检测报警系统的增设是化工废水处理过程中减少化学物质泄漏风险、提高安全性的关键措施。该系统主要由高敏感传感器、实时监控装置和报警模块构成,通过对关键环节的全面覆盖,实现对泄漏情况的快速检测与响应、泄漏源定位和浓度预测。在敏感区域安装高精度气体与液体传感器,以识别潜在泄漏源,能够显著提高检测精度。通过与集中监控平台的联动,实时数据得以自动上传和分析,为事故预警提供支持。

报警模块负责在检测到异常指标后触发声光报警信号,协同监控操作人员快速决策,减少因延误而导致的事故后果。系统设计还兼顾处理流程的复杂性与外部环境的不确定性,通过可调节报警阈值与智能化数据分析手段,提高系统对多种化工废水处理环境的适应能力。实验测试表明,增设该系统能够有效减少未检测泄漏事件的发生频率,为化工废水处理的环境合规性和安全性提供强有力的保障。

### 4.2 设备维护策略优化

设备维护周期的提升是确保化工废水处理过程安全性的重要环节。通过优化设备维护周期,能有效避免因设备老化或故障引发的安全隐患。具体措施包括制定详细的设备维护计划,定期检查和更换老化部件,以防止设备突发故障带来的风险。引入先进的设备监测技术,实现对设备运行状态的实时监控,一旦发现异常可立即响应,也可基于设备运行数据动态调整维护周期,避免过度维护或维护欠缺。为了提高维护工作的质量,应加强技术人员的培训和考核,提高其发现和解决设备潜在问题的能力,从而保障化工废水处理的持续高效与安全。

### 4.3 人员安全培训计划的实施

为有效控制化工废水处理过程中的人为操作失误,制定了一套全面的人员安全培训计划。该计划重点提高一线操作人员的安全意识和专业技能,涵盖了化工安全知识、事故应急处理流程及标准操作规程<sup>[3]</sup>。培训以定期理论课程、模拟实操练习和专家讲座等多种形式展开,确保参训人员能够有效识别和应对潜在安全隐患。考核制度的引入进一步增强了培训的效果,通过严格的考核标准,确保人员具备足够的

处理能力和安全操作水平,为废水处理安全性的提升提供了保障。

## 5 合规排放方案调整与优化

### 5.1 处理工艺的调整

合规排放的实现需要对现有废水处理工艺进行必要的调整,以确保各项排放标准的达标。从源头上优化处理工艺是提升化工废水处理效率与合规性的重要途径。现有工艺中的沉淀和过滤是关键环节,必须加强对沉淀反应条件的控制,以提高悬浮物和重金属絮凝沉降的效果。需要优化生化处理工艺,以增强其对有机污染物的降解能力。通过采用更高效的微生物菌株和调整水力停留时间,强化了污染物降解速率。应用膜分离技术能够实现了对细颗粒和溶解性有机物的进一步去除,在废水终端排放前提供了一道有效的保障。调整工艺不仅要关注处理效果,还需考虑资源与能耗的平衡,由此在实现合规排放的同时,也推动了废水处理的可持续发展<sup>[4]</sup>。这样的调整过程使得废水处理不仅更为彻底,而且满足了日益严格的环保规定。

### 5.2 环保材料的采用

在化工废水处理中,环保材料的采用是提升排放合规性的重要一环。新型环保材料以其高效的污染物去除能力和化学稳定性,显著改善处理效果。这些材料包括新型吸附剂、改性催化剂和高效生物膜等,能够有效降解或吸附废水中的有害成分,减少污染物的排放。环保材料的适用性和耐用性在处理过程中表现出高度一致性,降低了处理装置的维护成本和频率。采用这些材料的废水处理装置在多重参数测试中表现出更佳的处理效率,经济和环境效益得以同时实现,从而确保排放符合严格的环保标准。

### 5.3 合规参数对比与实施效果

在合规排放方案调整与优化过程中,通过对处理工艺的改进和环保材料的应用,对排放废水的各项参数进行了全面的对比分析。调整后的工艺流程显示出污染物去除效率的显著提升,尤其是在COD、氨氮和悬浮物等关键指标上,达到了国家排放标准中的要求。使用新型环保材料有效降低了特定重金属离子的含量,进一步减少了潜在环境危害。实施效果的评估表明,优化后的方案不仅提高了废水处理的环境合规性,也降低了处理过程中的环境风险,为化工行业的绿色发展提供了坚实保障。

## 6 优化废水处理流程后的安全性与环保性提升

在优化化工废水处理流程之后,安全性能得到显著提升。通过增设泄漏检测报警系统,化学物质泄漏的及时检测和响应能力得到了大大增强。报警系统在化学物质泄漏初期

即可触发警报,使得工作人员能够迅速采取措施,防止事故的进一步扩大。设备维护周期的提升,通过定期检修和保养,减少了设备故障的发生率。设备的预防性维护策略有助于延长设备使用寿命,降低突发故障风险,从而保障了废水处理过程的连续性和稳定性。

操作人员的安全培训也在整体安全性提升中发挥了重要作用。安全培训计划的实施,提高了操作人员的安全意识和应急处理能力,降低了因人为操作失误而导致事故的可能性。人员的安全技能通过培训得到强化,事故处置流程更加熟练,无疑为处理过程增加了一层安全保障。

通过上述多方面的改进,在优化后废水处理过程中,安全事故的风险显著降低,系统的整体安全性得到了具有实证意义的提升。这种全方位的安全性能改进,不仅保护了人员的安全,也为设备和环境的安全提供了可靠保障。通过严谨的监测和控制,一旦出现异常便能快速应对,大大降低了潜在的安全隐患,确保了化工废水处理过程中安全操作的有效实施。

## 7 结语

在本研究中,通过对化工废水处理过程中的安全隐患进行深入分析,对各种可能导致事故的潜在危险因素进行了整理,并针对这些问题提出了有效的改善措施。同时,对现有废水处理流程进行了优化和提升,使得废水处理的安全性和环保合规性得到了显著提升。虽然在处理安全隐患方面取得了明显的成效,但仍存在一些局限性,例如在处理一些特定类型的化工废水或面对复杂的工况时,可能仍存在部分安全风险。更优化的处理流程和更精确的安全隐患控制方法还需要进一步研究开发。未来研究也需要进一步关注尖端的废水处理技术及其在安全性与环保合规性上的综合效益,来进一步提升化工废水处理的效率和安全性。且对于遗留问题,本研究结果将为相关领域的后续研究提供指导。综上,本研究不仅为化工废水处理提供了一个具有实用价值的安全隐患控制方法,同时也为化工废水处理的环保合规提供了理论和实践的参考。

### 参考文献

- [1] 钱源.化工废水处理技术的分析[J].幸福生活指南,2020,(49):0165-0165.
- [2] 黄殿举陈金海.氟化工废水处理技术分析[J].石化技术,2022,29(02):68-69.
- [3] 张秀玲.化工废水处理技术分析[J].卷宗,2021,(06):302-302.
- [4] 丁传龙.环保理念下化工废水处理研究[J].化纤与纺织技术,2022,51(08):35-37.