

基于仪器法的化工厂污水检测及处理技术研究

白荣礼

宁夏瑞泰科技股份有限公司 宁夏 中卫 755000

摘要:在化工行业污水治理需求日益迫切的背景下,精准检测与高效处理技术成为关键。本文针对化工厂污水成分复杂、危害大的问题,围绕仪器法展开检测与处理技术研究。先分析污水特征污染物与检测核心指标,指出传统方法局限及仪器法优势;再构建检测技术体系,明确仪器选型原则、原理流程及质量控制方法,优化仪器精度与抗干扰能力;最后以仪器法为导向,优化物理化学、生物处理技术,构建组合工艺并分析效能。研究实现检测与处理精准联动,为化工厂污水达标排放提供技术支持,验证了仪器法的应用价值。

关键词:仪器法;化工厂;污水检测;处理技术;

引言:化工厂污水因含重金属、有毒有机物等复杂污染物,成为水污染治理的重点难题,传统检测方法精度低、周期长,难以适配动态处理需求。仪器法凭借高灵敏度与自动化优势,为污水检测与处理的精准衔接提供可能。本文立足实际应用场景,先剖析污水污染物特性与检测需求,再构建仪器法检测技术体系并优化性能,最终探索仪器法导向的深度处理技术,旨在破解化工污水检测与处理脱节问题,为行业污染治理提供可行方案。

1 化工厂污水主要污染物及检测需求分析

1.1 特征污染物类型

化工厂污水中的特征污染物具有成分复杂、危害持久的特点。重金属类污染物易在环境中富集,难以自然降解,且可能通过食物链进入生物体内,对生态系统和人体健康构成长期威胁;有机污染物种类繁多,部分具有较强的毒性、致癌性或致畸性,在水中易扩散,破坏水体生态平衡;酸碱物质则会直接改变水体pH值,影响水生生物生存环境,同时腐蚀污水处理设备,增加处理难度,部分污水中还可能含有难降解的高分子化合物,进一步提升了污染治理的复杂性。

1.2 污水检测核心指标

污水检测要聚焦能反映污染程度与处理可行性的核心指标。浓度指标可直观体现污染物在污水中的含量,是判断污染严重程度的基础依据;毒性指标能评估污水对生物个体及生态系统的危害潜力,避免仅依据浓度指标导致的风险误判;可生化性指标则关系到污水处理工艺的选择,直接影响处理效率与成本,只有明确这些核心指标,才能为后续处理技术的筛选与优化提供科学支撑。

1.3 传统检测方法局限与仪器法应用优势

传统检测方法常存在操作流程繁琐、检测周期长的问题,难以满足污水实时监测与快速处理的需求,且部

分方法检测精度较低,易受外界因素干扰,导致检测结果稳定性不足。相比之下,仪器法凭借其自动化程度高的特点,大幅缩短了检测时间,同时具备更高的检测精度与灵敏度,能准确捕捉低浓度污染物的存在,且抗干扰能力较强,检测结果重复性好,可更好地适应化工厂污水成分复杂、需动态监测的实际需求,为污水处理提供及时、可靠的数据支持^[1]。

2 基于仪器法的化工厂污水检测技术体系构建

2.1 检测仪器选型原则

在化工厂污水检测仪器选型过程中,要以实际检测需求为核心,严格遵循精度、稳定性、适用性三大原则。(1)精度方面,需确保仪器能精准捕捉污水中低浓度污染物的含量变化,尤其是针对化工厂常见的微量有毒有害物质,避免因精度不足导致检测数据失真,影响后续处理决策。(2)稳定性是保障检测工作持续开展的关键,仪器需在长期运行中保持性能稳定,减少因设备波动导致的检测误差,适应化工厂污水检测连续作业的场景。(3)适用性则要求仪器能匹配化工厂污水成分复杂、介质多样的特点,既能应对不同酸碱度、浊度的污水样本,又能兼容多种污染物的检测需求,同时考虑仪器操作难度与现场环境适配性,确保检测人员可高效操作,降低因仪器与实际场景不匹配带来的检测阻碍。

2.2 核心检测仪器原理与操作流程

核心检测仪器依据不同检测目标,采用针对性的技术原理与操作流程。(1)色谱仪通过利用混合物中各组分在固定相和流动相之间分配系数的差异,实现对有机污染物的分离与定量,操作中需先对污水样本进行预处理,去除杂质干扰,再将样本注入仪器,通过控制流动相流速、柱温等参数,完成组分分离与信号采集。(2)质谱仪基于离子化技术将污染物分子转化为离子,依据离

子的质荷比差异进行分离检测,操作时需先对样本进行离子化处理,再通过质量分析器筛选目标离子,最后由检测器记录离子信号并转化为检测数据。(3)原子吸收分光光度计则利用原子对特定波长光的吸收特性检测重金属含量,操作流程包括样本消解预处理,将重金属转化为可吸收态,随后通过光源发射特定波长光,测量光通过样本后的吸收程度,计算重金属浓度。各类仪器操作均需严格遵循标准化流程,确保检测过程规范可控。

2.3 仪器法检测质量控制与误差校正

为保障检测数据的可靠性,要构建完善的仪器法检测质量控制与误差校正体系。(1)质量控制方面,需定期对仪器进行校准与维护,确保仪器性能处于最佳状态,同时规范样本采集、预处理与检测操作流程,避免人为操作失误影响检测结果;设置空白对照与平行样检测,通过空白对照排除试剂、环境等因素干扰,利用平行样检测验证数据重复性,若平行样检测结果偏差超出允许范围,需重新进行检测。(2)误差校正需针对仪器本身、样本处理、环境因素等可能产生的误差制定应对措施,对于仪器系统误差,可通过定期校准、更换老化部件等方式修正;针对样本预处理过程中可能出现的损失或污染误差,需优化预处理方法,控制处理时间与试剂用量;环境温度、湿度变化可能影响仪器稳定性,需将检测环境参数控制在合理范围内,若环境因素导致误差,需通过数据校正公式对检测结果进行调整,确保最终数据准确可靠^[2]。

3 关键检测仪器性能验证与优化

3.1 仪器精度与稳定性测试

开展仪器精度测试时,针对分光光度法COD检测,通过多次平行检测标准样品,计算检测结果的相对偏差,确保偏差控制在0.2%以内,同时对比不同浓度梯度标准样品的检测值与理论值,验证仪器对不同COD含量污水的精准检测能力。对于氨氮检测仪,需围绕光学测量原理进行验证,检查光源稳定性、光路校准情况及检测器响应灵敏度,通过检测已知浓度的氨氮标准溶液,确认仪器测量原理应用的准确性,避免因原理应用偏差导致检测数据失真。稳定性测试则需在固定检测条件下,连续长时间检测同一标准样品,观察检测结果的波动范围,确保仪器在长期运行中保持稳定性能,为污水检测提供可靠数据支撑。

3.2 抗干扰能力提升策略

针对高盐废水对光谱检测的干扰,需研发并应用于抑制技术,通过优化光谱检测波长、调整样品预处理方法,减少高盐成分对光信号的吸收或散射影响,保障

光谱检测的准确性。对于复杂基质中重金属离子检测,需改进选择性电极,优化电极膜材料与结构,增强电极对目标重金属离子的特异性识别能力,降低复杂基质中其他离子对检测信号的干扰,提升仪器在复杂污水环境下对重金属离子的精准检测水平,确保仪器能有效应对化工厂污水成分复杂的特点^[3]。

4 仪器法导向的化工厂污水深度处理技术

4.1 物理化学处理技术优化

在仪器法导向的化工厂污水深度处理中,物理化学处理技术优化要以精准检测数据为依据,针对不同污染物特性调整技术参数,提升处理效率与稳定性。(1)混凝处理技术优化。首先依据仪器法检测的污染物浓度、颗粒粒径分布等数据,确定混凝剂的类型与投加量,避免因混凝剂过量导致二次污染或投加不足影响处理效果。其次优化混合与反应工艺参数,根据检测到的污水浊度、pH值变化,调整搅拌速度与搅拌时间,确保混凝剂与污水充分混合,形成稳定且密实的絮体。借助仪器实时监测絮体形成过程中的水质变化,动态调整工艺参数,减少絮体破碎或沉降不彻底的问题,提升污染物去除率。(2)吸附处理技术优化。基于仪器法检测的目标污染物种类与浓度,筛选适配的吸附剂,明确吸附剂的比表面积、孔径结构等关键性能参数,确保吸附剂对特定污染物具有高选择性与吸附容量。优化吸附工艺条件,根据检测到的污水温度、pH值数据,确定最佳吸附温度与pH范围,避免环境因素影响吸附效果。通过仪器监测吸附过程中污染物浓度的变化趋势,判断吸附饱和时间,及时进行吸附剂再生或更换,保证吸附处理的持续有效性,同时降低处理成本。(3)膜分离处理技术优化。参考仪器法检测的污水中悬浮物、胶体颗粒、溶解性有机物等含量数据,选择合适的膜材料与膜组件类型,确保膜组件的截留分子量与污染物特性相匹配。优化膜分离操作参数,根据检测到的跨膜压差、膜通量变化,调整操作压力、流速与温度,减少膜污染的发生。利用仪器实时监测膜过滤前后的水质指标,评估膜组件的运行状态,制定科学的膜清洗周期与清洗方案,延长膜组件使用寿命,保障膜分离技术的稳定运行与深度处理效果。

4.2 生物处理技术强化

仪器法导向下的生物处理技术强化,需依托精准的水质检测数据,针对性优化微生物群落结构与反应器运行参数,提升生物降解能力与处理效率。(1)微生物驯化强化。根据仪器法检测的污水中有机污染物种类、浓度及毒性数据,筛选具有特定降解能力的微生物菌种,构建适配的微生物群落。在驯化过程中,通过仪器实时监

测污水中污染物浓度、溶解氧、pH值等指标,逐步调整污水进水负荷与营养物质配比,使微生物群落逐步适应污水环境,提升对难降解有机污染物的降解能力。同时,借助仪器分析微生物群落的数量与活性变化,判断驯化效果,及时调整驯化方案,确保驯化后的微生物群落具有稳定且高效的降解性能,满足深度处理需求。(2)反应器优化。依据仪器法检测的污水水质波动情况与处理目标要求,优化反应器的结构设计,确定反应器的有效容积、水力停留时间等关键参数,确保反应器内水流状态均匀,避免出现死区或短流现象。优化反应器运行参数,根据检测到的溶解氧浓度、污泥浓度、混合液回流比等数据,调整曝气强度、污泥排放量与回流比,维持反应器内微生物的最佳生长环境与活性。利用仪器实时监测反应器出水水质指标,分析运行参数与处理效果的关联性,建立参数调控模型,实现反应器的精准运行控制,提升生物处理技术的稳定性与深度处理效能。

4.3 组合处理技术构建与效能分析

仪器法导向的化工厂污水深度处理,需通过构建科学的组合处理技术体系,结合各技术优势,实现对复杂污染物的高效去除,同时借助仪器监测分析其处理效能。(1)组合处理技术构建原则。以仪器法检测的污水污染物组成、浓度及处理达标要求为依据,遵循“预处理-主处理-深度处理”的流程逻辑构建组合技术体系。预处理阶段选择能有效去除悬浮物、胶体及部分易降解污染物的技术,为后续处理环节减轻负荷;主处理阶段采用高效降解核心污染物的技术,实现污染物的大幅去除;深度处理阶段运用高精度处理技术,确保出水水质达标。考虑各处理技术间的兼容性与协同性,避免技术间相互干扰,提升整体处理效率,降低处理成本与能耗。(2)常见组合处理技术类型。基于不同污水污染特性,常见的组合处理技术包括物理化学-生物组合技术、物理化学-物理化学组合技术等。物理化学-生物组合技术中,先通过物理化学技术(如混凝、吸附)去除部分污染物与毒性物质,改善污水可生化性,再通过生物处理技术降解剩余有机

污染物;物理化学-物理化学组合技术则针对难生化降解的污水,通过多种物理化学技术(如吸附-膜分离、混凝-高级氧化)的协同作用,实现污染物的深度去除。在组合技术构建过程中,需依据仪器法检测的各阶段水质数据,调整各技术的运行参数,确保各环节处理效果衔接顺畅。(3)组合处理技术效能分析方法。借助仪器法对组合处理技术各环节的进水与出水水质进行全面检测,获取污染物浓度、去除率、能耗、药剂用量等数据,从处理效率、稳定性、经济性三方面分析其效能。处理效率方面,通过对比各环节污染物去除率,评估组合技术对不同污染物的去除能力;稳定性方面,监测长期运行过程中水质指标的波动情况,分析组合技术应对水质变化的适应能力;经济性方面,统计处理过程中的能耗、药剂消耗与设备维护成本,结合处理效果评估组合技术的成本效益比^[4]。

结束语:本文完成基于仪器法的化工厂污水检测及处理技术体系构建与实践分析,明确仪器选型原则与质量控制路径,通过性能优化提升检测数据可靠性,形成检测导向的物理化学、生物及组合处理技术方案。研究证实,仪器法可实现污染物精准识别,为处理技术优化提供数据支撑,显著提升污水治理效能。未来可进一步推进检测仪器智能化升级,深化“检测-处理-调控”一体化系统构建,降低运行成本。

参考文献:

- [1]赵龙.污水处理厂污染物排放环境检测技术研究[J].绿色中国,2025(3):142-144.
- [2]郑培杰,余会玲.化工厂环境治理中污水及污染物检测技术应用及价值研究[J].中国轮胎资源综合利用,2025(1):139-141.
- [3]吴云霞,韩涛,王瑜.化工企业环境治理中污水及污染物检测技术的应用及研究[J].山东化工,2025,54(11):194-196.
- [4]孙钦秀,冯昭君,刘刚.化工企业污水处理技术方法研究与应用[J].石油石化物资采购,2025(12):70-72.