

城市工业污水处理中的多重过滤技术创新与应用

董浩¹ 凌明¹ 郭惠²

1. 浙江巨能环境工程有限公司 浙江 嘉兴 314000

2. 浙江嘉宁环保科技有限公司 浙江 嘉兴 314000

摘要: 城市工业污水排放严重影响生态环境, 多重过滤技术是解决这一难题的关键。本文深入挖掘该技术创新核心, 涵盖对传统技术短板的突破、新型材料研发及系统集成创新。梳理其在化工、电子、食品加工等行业的应用实例, 剖析高效除污、稳定运行、成本效益等优势, 直面技术瓶颈、维护复杂、系统兼容等问题, 展望智能化、绿色化及技术融合趋势, 为城市工业污水处理技术升级提供思路, 助力改善城市生态。

关键词: 城市工业污水; 多重过滤技术; 创新; 应用

引言

在城市工业化进程中, 工业污水如高悬的“达摩克利斯之剑”, 威胁着城市的生态环境。多重过滤技术作为污水处理领域的“利刃”, 凭借层层过滤机制, 能有效拦截、分离污水中的污染物。其创新成果不断涌现, 像新型纳米过滤材料的研发, 为提升污水处理效率、降低环境危害带来新希望。但在实际应用中, 该技术遭遇诸多挑战, 从技术瓶颈到维护管理难题, 再到兼容性问题。深入研究相关内容, 对实现城市工业绿色发展、守护绿水青山意义非凡, 这正是本文探讨的核心所在。

1 城市工业污水处理多重过滤技术创新基础

1.1 传统过滤技术短板分析

传统过滤技术在城市工业污水处理中暴露出诸多短板。以砂滤为例, 其过滤精度有限, 难以有效去除污水中微小的悬浮颗粒与胶体物质, 导致处理后的水质难以达标^[1]。且砂滤容易堵塞, 需频繁反冲洗, 不仅耗费大量水资源, 还增加维护成本。活性炭吸附过滤虽对有机物有一定去除能力, 但吸附容量有限, 再生困难, 随着使用时间增长, 吸附效果大幅下降。膜过滤技术虽精度高, 但膜组件易受污染, 清洗复杂, 运行成本高昂, 且膜的使用寿命较短, 频繁更换膜组件增加经济负担, 这些短板制约了传统过滤技术在工业污水处理中的广泛应用。

1.2 新型过滤材料研发进展

为克服传统过滤技术弊端, 新型过滤材料研发取得显著进展。纳米纤维材料凭借其直径小、比表面积大的特点, 展现出优异的过滤性能, 对微小污染物的拦截效率高, 可有效提升水质净化效果。如静电纺丝制备的纳米纤维膜, 能高效去除污水中的细菌、病毒及微小颗粒。磁性过滤材料也备受关注, 在污水中添加磁性颗粒, 利用磁场作用可快速分离污染物, 提高过滤效率。

此外, 石墨烯及其复合材料在过滤领域崭露头角, 其独特的二维结构赋予材料高机械强度与良好的化学稳定性, 对重金属离子、有机污染物有出色的吸附与过滤能力, 为工业污水处理提供新选择。

1.3 多重过滤系统集成创新要点

多重过滤系统集成创新旨在将多种过滤技术有机结合, 发挥协同优势。首先, 需根据污水水质特点与处理目标, 合理选择过滤技术组合。例如, 对于含有大量悬浮颗粒与胶体的化工污水, 可先采用粗滤去除大颗粒杂质, 再用膜过滤去除微小污染物。在系统设计中, 要优化各过滤单元的连接顺序与运行参数, 确保水流顺畅, 避免堵塞与短路。同时, 引入智能控制系统, 实时监测水质与设备运行状态, 根据数据自动调整过滤参数, 实现精准控制, 提高系统运行稳定性与处理效率, 最大程度发挥多重过滤系统的优势。

2 城市工业污水处理多重过滤技术应用场景

2.1 化工行业污水处理应用

化工行业污水成分复杂, 含有大量有机物、重金属离子及酸碱污染物。多重过滤技术在此大显身手, 先通过格栅与沉砂池进行预处理, 去除大颗粒杂质与砂粒。接着采用超滤膜过滤去除胶体、大分子有机物与部分细菌。针对重金属离子, 利用离子交换树脂过滤或磁性过滤技术进行分离。最后, 通过活性炭吸附过滤进一步去除残留有机物, 确保水质达标排放。例如, 某化工园区采用多重过滤技术, 将污水处理后回用于生产冷却系统, 实现水资源循环利用, 降低生产成本, 减少环境污染。在处理高浓度有机废水时, 还可在超滤膜过滤前增加厌氧生物处理环节, 利用厌氧菌分解大部分有机物, 减轻后续过滤负担。同时, 通过实时监测水质参数, 动态调整过滤设备运行参数, 确保整个处理流程高效稳定。

运行,提高污水净化质量。

2.2 电子工业污水处理应用

电子工业污水特点是污染物浓度高、毒性大,尤其是含重金属(如铜、镍、铅)与氟化物。多重过滤技术针对这些特性,先用微滤膜去除污水中的悬浮颗粒,再通过离子交换过滤去除重金属离子,利用反渗透膜过滤去除氟化物及其他溶解性污染物。为提高处理效果,还可在前端添加化学沉淀工序,使部分重金属形成沉淀后再进行过滤。如某电子厂运用该技术,将污水处理后用于厂区绿化灌溉与道路清洗,既解决污水排放难题,又实现水资源的合理利用,提升企业环保效益^[2]。对于一些特殊的电子工业废水,像含光刻胶的废水,可在预处理阶段增加破胶工序,使光刻胶失去黏性后再进行后续过滤处理。此外,利用在线水质监测设备,对处理过程中的重金属与氟化物浓度进行实时监控,一旦超标立即调整处理工艺,保障处理效果。

2.3 食品加工行业污水处理应用

食品加工行业污水富含有机物、悬浮物与微生物。多重过滤技术先通过筛网过滤去除大块固体杂质,再利用气浮法使悬浮物上浮分离,接着采用生物过滤技术,借助微生物分解污水中的有机物。为进一步去除残留微生物与微小杂质,采用消毒过滤,如紫外线消毒结合过滤膜,确保处理后的水符合排放标准。部分食品企业将处理后的中水用于车间清洁、设备冷却等环节,实现水资源循环利用,降低企业用水成本,符合食品行业对卫生与环保的严格要求。在生物过滤环节,可采用新型生物填料,增加微生物附着面积,提高微生物分解有机物的效率。同时,对处理后的中水进行严格的微生物检测,确保用于食品相关环节的水符合食品安全标准,避免对食品质量产生影响。

3 城市工业污水处理多重过滤技术优势剖析

3.1 污染物去除效率提升

多重过滤技术通过多种过滤机制协同作用,显著提升污染物去除效率。不同过滤技术针对不同粒径、性质的污染物,如粗滤去除大颗粒,精滤去除微小颗粒与胶体,吸附过滤去除溶解性有机物与重金属。以处理含油污水为例,先通过油水分离过滤初步分离浮油,再用超滤膜拦截乳化油与微小油滴,最后用活性炭吸附溶解油,多级过滤使含油污水达标排放。相比单一过滤技术,多重过滤可将污染物去除率提高20%-50%,有效净化污水,满足日益严格的环保标准^[3]。在处理化工污水时,针对其中复杂的有机污染物与重金属离子,多重过滤技术能通过离子交换过滤精准去除重金属,利用生物

过滤降解有机污染物,进一步强化了对这类复杂污水的净化能力,保障污水排放稳定达标。

3.2 运行稳定性与可靠性增强

多重过滤系统各单元相互协作,即使某个单元出现故障,其他单元仍能维持一定处理能力,保障系统整体运行。例如,当膜过滤单元出现轻微污染导致通量下降时,前置的预处理过滤单元可适当调整运行参数,减轻膜的负荷,维持系统稳定运行。智能控制系统实时监测水质与设备状态,及时预警故障,自动调整运行参数,进一步增强系统可靠性。据统计,采用多重过滤技术的污水处理系统故障发生率较单一系统降低30%-40%,减少设备维修次数,提高污水处理的连续性与稳定性。在暴雨等极端天气导致污水水质水量大幅波动时,多重过滤系统能凭借其智能调控与单元协作机制,快速适应变化,保障污水处理不间断,避免污水溢流对环境造成污染。

3.3 成本效益优势分析

从长期看,多重过滤技术具有成本效益优势。虽然初期设备投资较高,但高效的污染物去除能力减少了后续深度处理成本,如减少了因水质不达标导致的罚款风险。且多重过滤系统运行稳定性高,降低设备维修与更换频率,节约维护成本。同时,处理后的中水可回用,实现水资源循环利用,降低企业用水成本。如某企业采用多重过滤技术后,每年因中水回用节约水费数十万元,综合成本降低15%-25%,提升企业经济效益与环保效益。一些大型工业园区集中采用多重过滤技术处理污水,中水回用不仅满足园区内部分生产环节用水需求,还能用于园区绿化灌溉、道路清洗等,在降低整体用水成本的同时,减少了对新鲜水资源的依赖,实现经济与环境效益双赢。

4 城市工业污水处理多重过滤技术现存问题

4.1 技术瓶颈与难题

城市工业污水处理中的多重过滤技术面临着诸多技术瓶颈与难题。首先,工业污水成分复杂,含有大量悬浮物、重金属离子和有机污染物,这对过滤材料的性能提出了极高要求。传统的过滤材料在处理高浓度污染物时容易堵塞,导致过滤效率下降。其次,过滤系统的设计和运行参数优化难度大。不同工业污水的水质差异显著,需要根据具体情况进行定制化设计,但目前缺乏通用的设计和优化方法。此外,过滤系统的自动化控制水平较低,难以实现精准的流量控制和污染物去除效率的实时监测,这限制了整体处理效果的提升。

4.2 维护管理复杂性

多重过滤技术的维护管理复杂性主要体现在设备维护

和操作人员要求上。过滤设备的维护需要定期更换滤料、清洗过滤器,并且要确保设备在运行过程中不出现泄漏或堵塞等问题。然而,这些维护工作需要专业的技术人员和复杂的操作流程,增加了维护成本和管理难度^[4]。此外,操作人员需要具备较高的技术水平和丰富的经验,才能准确判断设备运行状态并及时处理故障。但目前行业内专业人才短缺,导致设备运行效率低下,甚至出现因操作不当引发的安全事故。

4.3 与现有污水处理系统兼容性问题

多重过滤技术在与现有污水处理系统集成时面临兼容性问题。一方面,现有污水处理系统的设计和运行模式较为固定,难以直接接入新的过滤技术模块。例如,传统的活性污泥法处理系统与新型的膜过滤技术在设备布局 and 运行参数上存在较大差异,需要进行复杂的改造才能实现兼容。另一方面,多重过滤技术的引入可能会改变现有系统的运行工况,如增加系统压力、改变水流分布等,从而影响整体处理效果。因此,如何实现新旧技术的无缝对接,是当前亟待解决的问题。

5 城市工业污水处理多重过滤技术发展趋势

5.1 智能化与自动化发展方向

智能化与自动化是城市工业污水处理多重过滤技术的重要发展方向。通过引入先进的传感器技术和自动化控制系统,可以实现对过滤过程的实时监测和精准控制。例如,利用智能传感器实时监测水质参数和设备运行状态,结合自动化控制系统实现自动调节过滤速度、反冲洗频率等功能,从而提高过滤效率和设备运行稳定性。此外,智能化系统还可以通过数据分析和预测模型,提前预警设备故障,减少停机时间,提高系统的可靠性和经济性。

5.2 绿色环保型过滤技术研发趋势

随着环保要求的日益严格,绿色环保型过滤技术研发成为热点。新型过滤材料的研发是关键,例如采用生物可降解材料或天然材料替代传统的合成滤料,减少对环境的二次污染。同时,研发高效的污染物去除技术,

如利用光催化、电化学等方法增强过滤效果,降低化学药剂的使用量。此外,绿色过滤技术还注重能源的回收和再利用,通过优化系统设计实现节能降耗。

5.3 与新兴污水处理技术融合趋势

多重过滤技术与新兴污水处理技术的融合是未来发展的必然趋势。例如,与膜生物反应器(MBR)技术结合,可以实现高效的固液分离和污染物去除,提高处理水质。同时,与高级氧化技术(AOT)联合应用,能够有效降解难降解的有机污染物,提升处理效果^[5]。此外,与物联网、大数据等信息技术的融合,可以实现污水处理过程的远程监控和智能化管理,进一步提高系统的运行效率和管理水平。

6 结论

城市工业污水处理中的多重过滤技术,在创新驱动下不断发展,于化工、电子、食品加工等多行业应用广泛,展现出高效除污、稳定运行、成本效益佳等优势。但也面临技术瓶颈、维护复杂、系统兼容等问题。展望未来,智能化、绿色化及技术融合是其发展方向。持续推进多重过滤技术进步,对提升城市工业污水处理水平、改善城市生态环境意义深远,需科研人员与企业携手探索实践,推动技术不断革新。

参考文献

- [1]韩梅.基于“双碳”目标的城市工业污水低碳化处理技术实践应用研究[J].绿色建造与智能建筑,2025,(02):20-22+26.
- [2]常鹏飞.生态环保视域下城市环境工程污水治理措施[J].清洗世界,2025,41(02):128-130.
- [3]陈林昌.浅谈城市生活污水厂处理工业废水的运营管理对策[J].皮革制作与环保科技,2023,4(24):112-114.
- [4]高秋凤.工业企业废水排放对城市污水处理厂运行影响的研究[D].扬州大学,2023.
- [5]张宇,邹荣标.城市污水厂处理工业废水的运营管理措施[J].清洗世界,2023,39(04):10-12.