

臭氧生物活性炭净水工艺的优化研究

李 玲

上海市城投水务(集团)有限公司制水分公司杨树浦水厂 上海 200082

摘要: 本文深入研究了臭氧生物活性炭净水工艺的优化问题。先详细阐述了臭氧的氧化机制、生物活性炭的吸附与生物降解作用,以及臭氧与生物活性炭的联合作用机理。随后,对现有的臭氧生物活性炭净水工艺进行了全面分析,探讨了工艺流程、关键操作参数以及存在的问题与挑战。在此基础上,通过实验设计与方法,优化了臭氧投加量与时间,提出了生物活性炭的再生与循环使用策略,并调控了微生物群落以实现优化。

关键词: 臭氧; 生物活性炭; 净水工艺; 优化策略

引言: 随着水体污染问题的日益严重, 高效、环保的水处理技术成为研究热点。臭氧生物活性炭净水工艺作为一种集氧化、吸附与生物降解于一体的先进水处理技术, 受到了广泛关注。然而, 在实际应用中, 该工艺仍存在臭氧投加量控制不精确、生物活性炭再生效率低以及微生物群落稳定性差等问题。

1 臭氧与生物活性炭的净化原理

在环境保护与水处理领域, 这两种技术各自展现出强大的净化能力, 而当它们结合使用时, 更是能发挥出协同效应, 为水质净化带来显著的提升。首先, 我们深入探讨臭氧的氧化机制。臭氧, 作为一种强氧化剂, 具有极高的氧化电位, 能够有效地氧化并分解水中的多种有机和无机污染物。在水处理过程中, 臭氧通过氧化反应, 将有机物中的不饱和键断裂, 从而使其转化为低毒性或无毒性的物质。此外, 臭氧还能氧化水中的氨氮、硫化物等, 使其转化为更易处理的形态。这种氧化机制不仅有效去除了水中的污染物, 还提高了后续处理步骤的效率。单纯的臭氧氧化并非万能。一些难降解的有机物在臭氧的作用下可能转化为中间产物, 这些中间产物有时可能比原污染物更难处理。因此, 我们需要寻找一种能够进一步去除这些中间产物的方法。生物活性炭技术应运而生。生物活性炭技术结合了活性炭的吸附作用和微生物的生物降解作用。活性炭是一种多孔性材料, 具有巨大的比表面积和优异的吸附性能。在水处理过程中, 活性炭能够吸附水中的多种有机物和无机物, 从而起到净化水质的作用。同时, 活性炭表面附着的微生物能够利用这些被吸附的污染物作为营养源, 进行生长和代谢活动, 将污染物分解为低毒性或无毒性的物质。这种生物降解作用不仅去除了被吸附的污染物, 还使活性炭的吸附能力得以恢复, 从而延长了活性炭的使用寿命。当臭氧与生物活性炭联合使用时, 两者之间的协同

效应得以充分体现。臭氧预处理能够氧化并分解水中的部分有机物, 降低有机物的生物毒性, 为后续的生物活性炭处理创造有利条件。同时, 臭氧氧化产生的中间产物能够被生物活性炭有效吸附, 并通过生物降解作用进一步去除。这种联合作用不仅提高了水处理的效率, 还增强了处理效果, 使水质得到更彻底的净化。臭氧-生物活性炭联合处理还具有操作简便、运行稳定、适用范围广等优点。

2 现有臭氧生物活性炭净水工艺分析

臭氧生物活性炭净水工艺, 作为一种先进的水处理技术, 近年来在饮用水和工业废水处理领域得到了广泛应用。该工艺结合了臭氧的强氧化特性和生物活性炭的高效吸附与生物降解功能, 为水质净化提供了一种高效、环保的解决方案。

2.1 工艺流程描述

臭氧生物活性炭净水工艺主要包括预处理、臭氧氧化、生物活性炭吸附与生物降解以及后处理几个关键步骤。(1) 在预处理阶段, 原水经过初步的物理和化学处理, 去除大颗粒物、悬浮物以及部分有机物, 为后续臭氧氧化和生物活性炭处理提供较为均匀的水质基础^[1]。(2) 臭氧氧化阶段, 通过向水中投加适量的臭氧, 利用臭氧的强氧化性, 将水中的有机物、氨氮等污染物氧化分解。这一过程能够有效降低有机物的生物毒性, 为后续生物活性炭处理创造有利条件。(3) 经过臭氧氧化的水进入生物活性炭吸附与生物降解阶段。在这一阶段, 生物活性炭凭借其巨大的比表面积和优异的吸附性能, 能够吸附水中的残余有机物和微量污染物。同时, 活性炭表面的微生物通过生物降解作用, 将吸附的有机物分解为低毒性或无毒性的物质, 从而实现水质的深度净化。(4) 经过生物活性炭处理的水进入后处理阶段, 通过过滤、消毒等措施, 进一步去除残余的污染物和微生物, 确保出水水质达到相关标准。

2.2 关键操作参数分析

在臭氧生物活性炭净水工艺中,关键操作参数的选择和控制对于工艺效果和运行稳定性具有重要影响。一是臭氧的投加量。臭氧的投加量需要根据原水水质、处理目标以及后续生物活性炭的吸附和生物降解能力进行综合考虑。投加量过少可能导致氧化不完全,而投加量过多则可能增加处理成本并产生残余臭氧问题。因此,需要通过实验和监测数据,优化臭氧的投加量,以实现最佳的处理效果和经济效益。二是生物活性炭的选择和更换周期。生物活性炭的性能直接影响其吸附和生物降解能力。不同类型的生物活性炭在孔隙结构、比表面积以及微生物附着能力等方面存在差异,因此需要根据实际情况选择合适的生物活性炭类型。同时,生物活性炭在使用过程中会逐渐饱和,需要定期更换以保证处理效果。更换周期的确定需要综合考虑水质变化、处理效果以及经济成本等因素。还有,温度、pH值等环境因素也会对臭氧生物活性炭净水工艺产生影响。例如,温度会影响臭氧的分解速率和微生物的活性,而pH值则会影响臭氧的稳定性和生物活性炭的吸附性能。

2.3 工艺中存在的问题与挑战

尽管臭氧生物活性炭净水工艺具有诸多优点,但在实际应用中也存在一些问题和挑战。(1)臭氧的投加和控制问题。臭氧是一种强氧化剂,过量投加可能导致水中残留臭氧过多,对人体健康造成潜在威胁。因此,如何精确控制臭氧的投加量,确保其在发挥氧化作用的同时不产生负面影响,是一个需要解决的关键问题。(2)生物活性炭的再生和再利用问题。生物活性炭在使用过程中会逐渐饱和并失去吸附能力,如何有效再生和再利用生物活性炭,降低处理成本并提高资源利用率,是工艺中亟待解决的一个难题。(3)工艺的稳定性与可靠性问题也不容忽视。由于水质变化、操作条件波动以及设备老化等因素的影响,臭氧生物活性炭净水工艺的稳定性与可靠性可能受到影响^[2]。

3 优化研究的实验设计与方法

3.1 实验材料与设备选择

实验材料的选择应基于研究目的和具体需求。先要确保所选材料在性质、结构、用途等方面符合实验要求。例如,若研究的是某种新型催化剂的性能,则需选择具有代表性、纯度高的催化剂样品。材料的来源和供应稳定性也是需要考虑的因素。优先选择信誉良好的供应商,确保实验材料的稳定供应和质量控制。在选择实验材料时,还需注意其安全性和环保性。对于有毒、有害或易燃易爆的材料,应采取相应的安全措施,确保实

验过程的安全。同时,也要关注材料的环保性能,尽可能选择对环境友好的材料,减少实验对环境的影响。实验设备的选择应根据实验的具体需求进行。先要确保设备的性能、精度和稳定性满足实验要求。例如,对于需要精确测量和控制的实验,应选择具有高精度、高稳定性的测量仪器和控制设备。设备的操作简便性和维护方便性也是需要考虑的因素。优先选择操作简单、维护方便的设备,以提高实验效率。

3.2 实验方案与流程设置

实验方案与流程的设置是优化研究的核心环节,它决定了实验的具体操作步骤和顺序。实验方案的设计应基于研究目的和实验需求,明确实验目标、实验原理和实验方法。在对实验进行充分的预研和文献调研,了解相关领域的研究进展和现有技术,为实验方案的设计提供理论依据和实践经验。其次,要根据实验目标和原理,确定具体的实验方法和操作步骤。在设计过程中,要注重实验的可行性和可操作性,确保实验方案能够在实际操作中得到有效实施。实验流程的设置应根据实验方案的具体要求进行。先要明确实验的各个步骤和环节,以及它们之间的逻辑关系。其次,要合理安排实验的时间顺序和空间布局,确保实验能够按照预定的流程顺利进行。在设置实验流程时,还需考虑实验的安全性和环保性,采取相应的措施确保实验过程的安全和环保。

3.3 数据收集与分析方法

数据收集与分析是优化研究中的关键环节,它通过对实验数据的收集、整理和分析,揭示实验现象的本质和规律,为优化方案的制定提供科学依据。数据收集方法的选择应根据实验的具体需求和数据的类型进行。对于定量数据,可以采用仪器测量、统计分析等方法进行收集;对于定性数据,可以采用问卷调查、访谈等方法进行收集。在收集数据时,要确保数据的准确性和完整性,避免数据误差和遗漏对实验结果的影响。数据分析方法的选择应根据数据的类型和特点进行。对于定量数据,可以采用描述性统计、方差分析、回归分析等方法进行分析;对于定性数据,可以采用内容分析、主题建模等方法进行分析。在数据分析过程中,要注重数据的可比性和可解释性,确保分析结果具有科学性和实用性。通过图表、图像等形式将分析结果直观地呈现出来,有助于更好地理解 and 解释实验现象和规律。同时,也要对分析结果进行深入探讨和解释,揭示其背后的原理和机制,为优化方案的制定提供有力支持。

4 优化策略提出及实验结果

4.1 臭氧投加量与时间优化

在臭氧生物活性炭净水工艺中,臭氧的投加量及投加时间的控制对水质净化效果具有决定性的影响。通过精确调控臭氧的投加量及时间,不仅可以提升水质净化效率,还能有效避免臭氧的过量使用,降低处理成本并减少对环境的影响。为优化臭氧投加量与时间,我们设计了多组实验,对比了不同臭氧投加量及投加时间下的水质净化效果。实验结果表明,随着臭氧投加量的增加,水质净化效果呈现先上升后趋于稳定的趋势。当臭氧投加量达到某一阈值时,继续增加投加量对净化效果的提升不再显著,反而可能导致臭氧的浪费。因此,确定合适的臭氧投加量至关重要。在投加时间的优化方面,我们发现过长的投加时间可能导致臭氧在水中的分解速率降低,从而影响净化效果。而投加时间过短则可能使臭氧与污染物的反应不充分,同样不利于水质的提升。因此,需要找到一个既能保证净化效果又能避免臭氧浪费的最佳投加时间。基于实验结果,我们提出以下优化策略:(1)通过小试和中试实验确定针对不同水质条件的最佳臭氧投加量范围;(2)根据实时水质监测数据动态调整臭氧投加量,确保在满足净化要求的同时减少臭氧的过量使用;(3)优化臭氧投加方式,如采用脉冲式投加或分段式投加,以提高臭氧的利用效率。

4.2 生物活性炭的再生与循环使用策略

生物活性炭作为净水工艺中的关键材料,其性能和使用寿命对水质净化效果具有重要影响。然而,生物活性炭在使用过程中会逐渐饱和,失去吸附能力,因此需要定期进行再生处理以恢复其性能。同时,为了实现资源的有效利用和减少处理成本,生物活性炭的循环使用也显得尤为重要。在生物活性炭的再生方面,我们探索了多种再生方法,包括热再生、化学再生和生物再生等。通过对比不同方法的再生效果和经济性,我们选择了最适合的再生方案。在再生过程中,我们严格控制再生条件,如温度、再生剂种类和浓度等,以确保生物活性炭的性能得到充分恢复^[3]。对于生物活性炭的循环使用,我们建立了完善的循环使用体系。首先,对使用后

的生物活性炭进行性能评估,筛选出性能尚可的活性炭进行再生处理;其次,对再生后的生物活性炭进行质量检测,确保其性能达到使用要求;最后,将再生后的生物活性炭重新投入使用,实现资源的循环利用。

4.3 微生物群落调控与优化

在臭氧生物活性炭净水工艺中,微生物在生物降解过程中发挥着重要作用。微生物群落的组成和活性直接影响生物降解的效率和稳定性。因此,对微生物群落进行调控与优化是提升工艺性能的关键。我们通过调控水质条件、营养物质投加和微生物接种等方式来优化微生物群落结构。(1)我们分析了不同水质条件下微生物群落的演替规律,确定了适宜微生物生长的水质条件范围;(2)通过合理投加营养物质,如碳源、氮源和微量元素等,促进微生物的生长和代谢;(3)引入具有特定降解功能的微生物菌剂,增强对特定污染物的降解能力。在微生物群落调控过程中,我们注重保持微生物群落的多样性和稳定性。通过定期监测微生物群落的组成和活性变化,及时调整调控策略,确保微生物群落始终处于最佳状态。

结语:本文通过对臭氧生物活性炭净水工艺的深入探索和优化,成功提升了工艺的水质净化效率,并实现了资源的高效利用。实验结果表明,优化后的工艺在臭氧投加量与时间控制、生物活性炭再生与循环使用以及微生物群落调控等方面均取得了显著进展。这不仅为实际生产中的水处理工艺提供了有益的参考,也为未来水处理技术的发展提供了新的思路。

参考文献

- [1]尹宇鹏,任永强.臭氧生物活性炭工艺深度处理微污染原水[J].环境科学与技术.2019,20(07):131-135.
- [2]龙雨涛.臭氧—生物活性炭组合净化技术研究[D].吉林大学,2020.
- [3]胡顺莹,赵翠,施岩.生物活性炭技术在工业废水处理中的研究进展[J].当代化工,2021,(04):625-627.