

# 臭氧-生物活性炭深度处理工艺净水效能研究进展

张扬

珠海市规划设计研究院

**摘要:** 本文介绍了臭氧-生物活性炭深度净水工艺的历史发展和研究现状,对出水处理效果进行了对比分析,阐述了臭氧-生物活性炭工艺的净水机理,对影响臭氧-生物活性炭工艺净水效能关键因素进行了分析和总结,最后提出了该工艺运行过程中存在的问题,并对其发展趋势进行了展望。

**关键词:** 臭氧氧化; 生物活性炭; 净水能力; 深度处理

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2020.11.338

随着原水水质污染的加剧和高标准供水的需求,传统的净水处理工艺已经不能满足实际需要,传统工艺对微量有机物的处理不能达到理想的去除效果,而该类污染物却对人类健康存在威胁。由此,深度处理技术的应用日益增加,臭氧氧化、臭氧-生物活性炭、膜滤等是较为常见的深度处理工艺。臭氧-生物活性炭用于净水处理工艺优势明显,特别是针对原水机污染较严重的地区。活性炭吸附对多种有机污染物处理优势明显<sup>[1]</sup>,在活性炭吸附处理前设置臭氧氧化工艺可有效降低活性炭负荷,臭氧-生物活性炭连用净水工艺处理效果优势明显,是净水深度处理的研究热点。

## 一、历史发展

自20世纪九十年代以来,越来越多的科研工作者投入到臭氧-生物活性炭深度净水处理工艺研究中。研究者<sup>[2-5]</sup>从出水效果、致突变性、生物稳定性、工艺控制条件等多方面开展系统研究,并取得了一系列科研成果。

臭氧氧化性极强,对水中色度、有机物、三卤甲烷前驱物等均有较好的氧化效果;经臭氧氧化后,有机物分子质量发生改变,可生化性、吸附性大大提高;有机物的分子结构经氧化后产生较大的破坏<sup>[6]</sup>,通过臭氧氧化后经过滤吸附去除水中有机物成的研究重点。生物活性炭吸附净水技术经多年实践,采用生物活性炭出水水质提高明显,且再生周期明显延长,氯化消毒的投氯量明显减少,三卤甲烷消毒副产物生成量明显降低。因臭氧氧化而产生的溶解性有机物经活性炭吸附明显降低,提高出水效果<sup>[7]</sup>。

欧洲在1950年开始运用臭氧-生物活性炭深度净水工艺早,取得较好的净水效果。1990年以后,我国开始运用臭氧-生物活性炭净水技术,并开展理论及工程应用研究,取得一系列科学研究成果,较好的应用于净水生产。

## 二、现状分析

### (一) 臭氧-生物活性炭工艺的净水机理

臭氧-生物活性炭净水工艺有效结合臭氧和生物活性炭的优点,将臭氧强氧化作用与活性炭强吸附作用有效结合,净水效果提升明显。净水机理如下:(1)臭氧氧化还原电位( $E_v=2.07V$ )较高,水中大分子有机物被氧化成为小分子有机物,部分被矿化为 $CO_2$ 及 $H_2O$ ,显著降低后续工艺的处理压力;

(2)难生物降解有机物经臭氧氧化后,后续活性炭吸附效果更佳,有机物被微生物较好的利用及降解,水中氨氮被活性炭上的硝化细菌降解;(3)臭氧氧化分解产生氧气,更佳利于好养微生物生长;(4)活性炭空隙结构可作为微生物繁衍空间,吸附有机物做为微生物的营养物质,微生物的代谢活动延长活性炭的使用寿命。

### (二) 臭氧-生物活性炭工艺与传统工艺处理效果对比

原水—预臭氧—反应池—沉淀池—砂滤池—后臭氧池—生物活性炭滤池—出水

黎雷等<sup>[8]</sup>开展饮用水臭氧-生物活性炭净化效果与传统工艺比较试验。试验结果表明:臭氧-生物活性炭净水效果

较传统处理工艺明显提升, $NH_4^+-N$ 、 $COD_{Mn}$ 去除率达到18.9%、30.4%,通过对出水藻毒素、三卤甲烷生成潜能、溴酸盐浓度及相对质量分布等进行对比,小分子有机物经臭氧-生物活性炭净水工艺更易去除,与传统工艺相比三卤甲烷生成潜能降低41%,藻毒素、溴酸盐指标均达到饮用水标准 $NH_4^+-N$ 指标相对常规工艺得到一定降低,有机物去除率明显提高,三卤甲烷的产生风险显著降低。氨氮、铁、锰、总磷、AOC等指标显著降低,出水水质显著提升。

### (三) 臭氧-生物活性炭工艺影响因素

朱斌等<sup>[9]</sup>开展臭氧-生物活性炭净水工艺试验研究,分析比较不同运行工况参数下的运行效果,过滤速度、水力停留时间、活性炭厚度、余臭氧浓度、温度等对处理效果均有较大影响。增加活性炭层高度、降低过滤速度,以及延长接触时间均可提升污染物去除率。

水中余臭氧浓度对活性炭池处理效果有较大影响,生物活性炭滤池进水余臭氧浓度建议控制在0.15 mg/L以下。 $NH_4^+-N$ 去除效果受水温影响较大,温度高于9℃时 $NH_4^+-N$ 去除率达90%,低温环境下 $NH_4^+-N$ 的去除率下降明显,主要由于生物活性明显下降。有机物去除受温度影响较小。

## 三、结语与展望

针对水中有机污染物的处理,臭氧-生物活性炭深度净水工艺是应用趋于广泛,有机物去除效果明显、出水效果好。但在以下几个方面的研究还需开展或作进一步深入研究:

第一,出水浑浊度有时较高,存在细小炭粒流失问题。臭氧-生物活性炭工艺会孳生微生物,微生物安全问题需予以重视,并在实际运行中加强监测及研究,避免发生水质安全问题。

第二,进水碱度不高的情况下,出水存在一定pH值降低问题,需予以重视并加强监测。

第三,臭氧氧化池出水中溶解性臭氧对后续活性炭吸附产生一定影响,余臭氧对活性炭工艺吸附效能影响需加强研究。

## 参考文献

- [1] USEPA. 40CFR part 141 National primary drinking water regulations Maximum contaminant levels and maximum residual disinfectant levels 2001.
- [2] 郭召海,张昱,杨敏,等.南方水库原水的预臭氧氧化研究[J].中国给水排水,2005,21(4):48-504.
- [3] 张金松,董文艺,张红亮,等.臭氧化-生物活性炭深度处理工艺安全性研究[J].给水排水,2003,29(9):1-4.
- [4] 陆少鸣,毛卫兵,叶恒朋.臭氧-生物活性炭深度处理亚热带地区原水中试试验[J].水处理技术,2006,32(1):69-72.
- [5] 孔令宇,张晓健,王占生.臭氧-生物活性炭与单独活性炭处理效果比较[J].中国给水排水,2006,22(11):49-51.
- [6] 吴红伟,刘文君,王占生.臭氧组合工艺去除饮用水源水中有机物的效果[J].环境科学,2000,21(7):29.
- [7] 王振宇,张昱,刘新春,等.03-BAC工艺的微生物群落结构解析[J].中国给水排水,2006,22(1):1-4.
- [8] 黎雷,高乃云,张可佳,徐飞飞.饮用水臭氧生物活性炭净化效果与传统工艺比较[J].中国给水排水.2010,38(9):0253.
- [9] 朱斌,王海亮,陆在宏.臭氧生物活性炭净水工艺参数选择及影响因素研究[J].净水技术,2006,25(4):23-26.