VUV/sulfite 工艺高效还原降解三氯乙酰胺的机制研究

一. 成果完成人及所在单位： 黄华翰，环境科学与工程学院 指导教师：李青松

二. 成果简介：

饮用水消毒过程中氯消毒剂会和腐殖酸、蛋白质、藻类及其代谢物等有机物反应生成一系列消毒副产物（DBPs），其中含氮消毒副产物(N-DBPs)因其高潜在毒性风险，已经成为水处理研究领域棘手的问题之一。本项目以 N-DBPs 中具有高细胞毒性和遗传毒性的三氯乙酰胺(TCAcAm)为研究对象，创新性地采用 VUV 联合还原剂技术，开发一种基于紫外的可通过控制阀开与关进行高级氧化和高级还原处理切换的消毒装置，对 TCAcAm 的降解、产物及毒性变化进行了研究，研究表明 VUV/sulfite 工艺可以有效实现 TCAcAm 去除条件下的毒性衰减。VUV/sulfite 工艺可为饮用水中 TCAcAm 等难氧化去除的 DBPs 提供一个新的控制手段。

三. 主要研究内容及创新点：

本研究利用开发的高级氧化和高级还原可切换消毒装置考察了 VUV 辐射不同还原剂(亚硫酸盐、硫化物、亚铁阴离子)对 TCAcAm 去除效果的影响(图 1)。以 VUV/sulfite 工艺为基础，采用活性物种淬灭方法，计算了不同活性物种的相对贡献，建立 VUV/sulfite 工艺的 Kintecus 动力学模型，探究了水合电子(e_{aq}^-)，氢原子(H·)在不同影响因素下的浓度变化(图 2)，阐明了 VUV/sulfite 工艺高效还原 TCAcAm 的降解机理(图 3)，并计算了 TCAcAm 降解过程中的组合毒性变化。

主要创新点：(1) 确定了 TCAcAm 与 e_{aq}^-的二级反应速率常数。

(2) 搭建了 VUV/sulfite 工艺还原降解 TCAcAm 的 Kintecus 动力学模型。

(3) 模拟了 VUV/sulfite 工艺中活性物种的浓度变化。

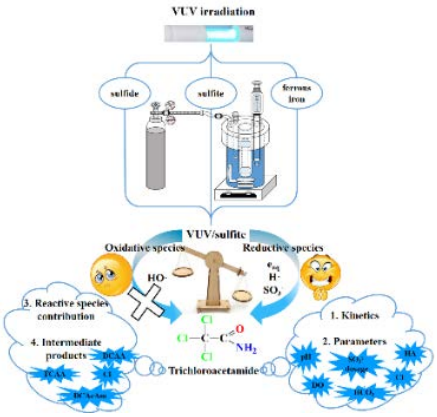


图 1 摘要图

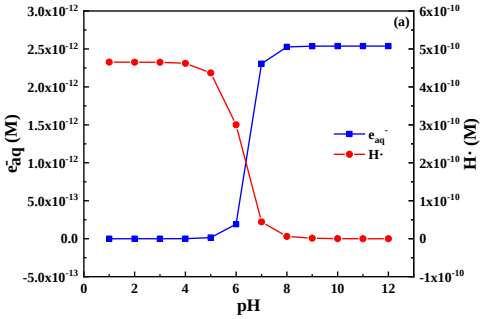


图 2 e_{aq}^-和 H·在不同 pH 下的浓度变化

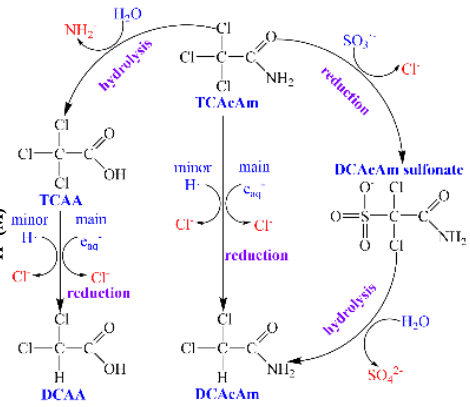


图 3 降解机理

四. 主要研究成果及应用情况

(1) 在 ***Water Research*** (一区，Top，IF = 13.4) 发表论文 1 篇: **Huang H**, Liang X, Li Q*, et al. 2022. High-performance reductive decomposition of trichloroacetamide by the vacuum-ultraviolet/sulfite process: Kinetics, mechanism and combined toxicity risk. ***Water Research***. 225, 119122.

(2) 申请发明专利 1 项：**黄华翰**，李青松，梁馨蕊，等；一种基于紫外的高级氧化和高级还原可切换消毒装置，2022.01.17，202111375701.X (实质审查阶段).

(3) 授权实用新型专利 1 项：**黄华翰**，李青松，梁馨蕊，等；一种基于紫外的高级氧化和高级还原可切换消毒装置，2022.03.22，ZL 2021 2 2845676.9.

联系人：黄华翰 电 话：18759509718 Email：hangon_hhh@163.com