

新型消毒剂用于饮用水消毒的效果研究

徐飞飞 高乃云 李 聪 庞维海 鲁文敏 黎 雷

(同济大学环境科学与工程学院,上海 200092)

摘要 以黄浦江原水为试验用水,研究了新型消毒粉对模拟常规处理出水的杀菌效果及持续能力,并将此消毒剂与次氯酸钠消毒作比较,评价其消毒副产物产量。结果表明,原水经混凝、沉淀和过滤后,当投加量为 0.5 mg/L 时,新型消毒粉可以杀灭水中 77% 的细菌,细菌总数低于 50 CFU/mL;在消毒副产物方面,与次氯酸钠相比,新型消毒粉生成的三卤甲烷低于次氯酸钠。

关键词 饮用水 灭菌 三卤甲烷 消毒剂

氯消毒已在给水处理中被广泛应用。然而,氯会与水中天然存在的有机物起取代或加成反应而生成各种卤代物,危害人体健康^[1]。随着人们对饮用水水质要求的不断提高,对氯消毒副作用及其危害程度也越来越重视,如何控制饮用水中消毒副产物已经成为供水业面临的挑战之一。本文通过试验研究新型消毒粉的消毒效果及消毒副产物产量。

1 试验方法与试剂

(1) 试验方法。以黄浦江原水作为试验用水,经混凝、沉淀、过滤后,取水样放于锥形瓶中,分别加入不同浓度的消毒剂,消毒时间 30 min,然后通过细菌培养、平皿计数的方法,分析剩余细菌总数,同时检测剩余水样中产生的三卤甲烷量。

(2) 主要试剂。三卤甲烷标准物质,由 Sigma-Aldrich 公司提供;消毒粉,由成都润兴药业公司提供;次氯酸钠。

(3) 主要设备。气相色谱:岛津(GC2010),电子捕获检测器(ECD),HP-5 毛细管色谱柱。

2 试验结果与讨论

2.1 消毒粉的消毒效果

原水经混凝、沉淀后,浊度为 6.81 NTU,以此作为消毒水样,测得其中细菌总数为 1 800 CFU/mL。在此水样中投加不同浓度的消毒粉,消毒 30 min 后,剩余存活细菌数及去除率见图 1。

由图 1 可以看出,虽然经混凝、沉淀后水样的浊度比较高,但投加 3 mg/L 就可以去除 87% 的细菌。研究发现,在此投加浓度下,水样的 UV_{254} 从原来的 0.141 cm^{-1} 降至 0.126 cm^{-1} ,因此消毒粉在杀灭细菌

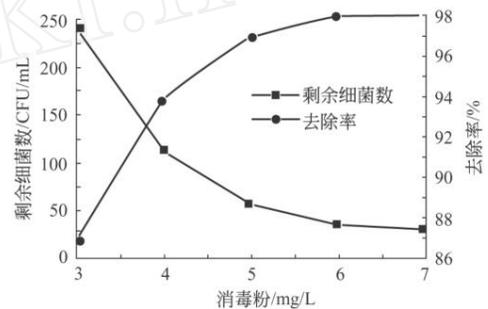


图1 混凝沉淀出水消毒效果

的同时,还使原水中的部分有机物得到氧化去除。把以上经混凝、沉淀后的水经 $0.45 \mu\text{m}$ 膜过滤后,浊度为 0.4 NTU,然后投加不同浓度的消毒粉,消毒 30 min 后,剩余存活细菌总数及去除率见图 2。由图 2 可知,对于滤后水而言,投加 0.5 mg/L 的消毒粉,可以杀灭滤后水中 77% 的细菌,并且使剩余细菌总数降至 50 CFU/mL 以下,满足《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)中 100 CFU/mL 以下的要求。

2.2 抑菌效果测定

取 2 份水样,各加入消毒粉和次氯酸钠,使其中

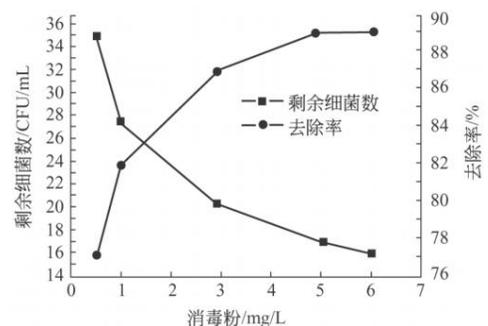
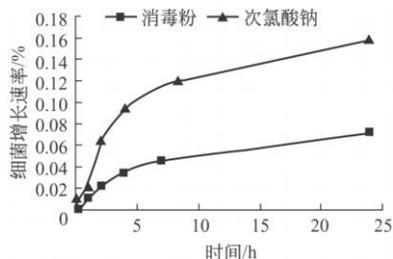


图2 消毒粉对过滤出水的消毒效果

细菌总数降至 80 ~ 90 CFU/ mL ,然后静置 24 h ,检测其间细菌的恢复速率,结果见图 3。由图 3 可以看出,在同等的灭菌条件下,投加消毒粉水样中细菌增长速率明显低于投加次氯酸钠的增长速率,因此消毒粉比次氯酸钠消毒的持久性更好。



3 消毒粉和次氯酸钠对过滤出水的消毒效果比较

2.3 消毒粉消毒副产物测定

氯化消毒剂易与原水中的天然有机物(NOM)产生消毒副产物(DBPs),三卤甲烷(THMs)是氯化消毒的主要副产物之一^[2],以黄浦江原水为试验用水,在其中投加不同浓度的消毒粉,然后分析三卤甲烷的生成量,结果如图 4 所示。

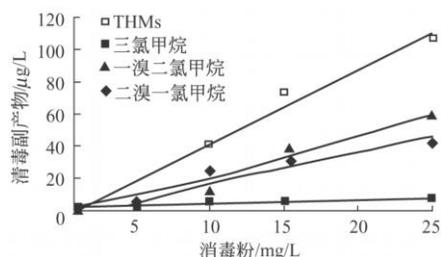


图 4 不同浓度消毒粉产生的三卤甲烷

由图 4 可知,三卤甲烷的生成量与消毒粉的投加量基本成线性相关,消毒粉浓度与三卤甲烷产量关系式见表 1。虽然三卤甲烷会随着消毒粉投加量的增加而增多,但生成量很低,即使是投加量达到 15 mg/L,其所形成的三卤甲烷仍然不超过《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)中的要求。

为了比较消毒粉与其他氯化消毒中三卤甲烷的生成量,取相同的水样,在其中加入不同浓度的次氯

表 1 消毒粉浓度与三卤甲烷产量关系式

项目	浓度与三卤甲烷产量关系式
三卤甲烷总量	$y = 4.7595x - 6.1883, R^2 = 0.9827$
三氯甲烷	$y = 0.2139x + 0.9698, R^2 = 0.9864$
一溴二氯甲烷	$y = 2.6753x - 7.0532, R^2 = 0.9676$
二溴一氯甲烷	$y = 1.8702x - 0.1057, R^2 = 0.9560$

酸钠,测定其中三卤甲烷的生成量。由图 5 和表 2 可以看出,三卤甲烷的生成量与次氯酸钠的投加量同样呈线性相关^[3],但与消毒粉相比,三卤甲烷无论是绝对生成量还是随着浓度的增长速率,次氯酸钠都比消毒粉大。

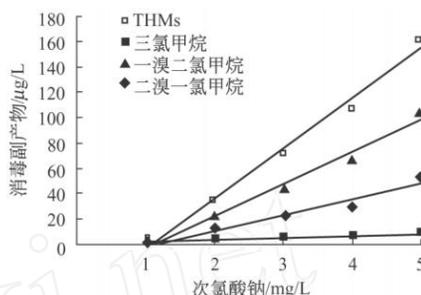


图 5 不同浓度次氯酸钠产生的三卤甲烷

表 2 次氯酸钠浓度与三卤甲烷产生的量关系式

项目	浓度与三卤甲烷产量关系式
三卤甲烷总量	$y = 39.224x - 41.468, R^2 = 0.9736$
三氯甲烷	$y = 1.653x + 0.233, R^2 = 0.9332$
一溴二氯甲烷	$y = 25.23x - 27.888, R^2 = 0.9766$
二溴一氯甲烷	$y = 12.341x - 13.813, R^2 = 0.9695$

3 结论

(1) 消毒粉具有良好的灭菌性能及非氯化能力,对黄浦江原水而言,在滤后水浊度 0.5 NTU, $UV_{254} = 0.141 \text{ cm}^{-1}$ 的情况下,投加消毒粉 0.5 mg/L 就能达到《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—2006)中的灭菌效果。

(2) 与采用次氯酸钠消毒相比,消毒粉具有较强的抑制细菌再生的能力。

(3) 与氯化消毒相比,消毒粉在消毒过程中三卤甲烷的生成量较低,因此更适于饮用水消毒。

参考文献

- Liu W, Cheung L M, Yang X, et al, THM, HAA and CNCl formation from UV irradiation and chlor(am)ination of selected organic waters. Water Res, 2006, 40: 2033 ~ 2043
- 伍海辉,高乃云,贺道红,等. 臭氧活性炭工艺中卤乙酸生成潜能与相对分子质量分布关系的研究,环境科学,2006, 27(10): 2035 ~ 2039
- Kim J, Kang B. DBPs removal in GAC filter-adsorber. Water Res, 2008, 1(42): 145 ~ 150

E-mail: xff-2@163.com

收稿日期:2007-11-28

修回日期:2008-03-19