

技术总结

高锰酸钾强化预氯化处理微污染原水

杨艳玲¹, 李 星², 王晓玲¹, 李圭白¹, 张 辉³

(1. 哈尔滨工业大学 市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090; 2. 北京工业大学 建筑工程学院, 北京 100022; 3. 陕西电力公司物资总公司, 陕西 西安 710068)

摘 要: 以总大肠菌群、细菌总数作为检测指标, 采用人工配水考察了氯、高锰酸钾各自和联合应用灭活水中微生物的效果。结果表明, 氯和高锰酸钾联用对配水中的指示微生物灭活效果好于这两种消毒剂单独使用的效果。通过 Berenbaum 公式计算证实, 氯和高锰酸钾联用在灭活微生物指标上为协同作用, 因而对微污染原水进行预氯化处理时, 在获得相同消毒效果的前提下, 投加高锰酸钾可以减少氯的投量, 进而减少氯化副产物的生成。

关键词: 高锰酸钾; 预氯化; 消毒; 协同作用; 微污染原水; 微生物灭活

中图分类号: TU991.25 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2003)07-0050-03

1 试验材料与方法

① 试验水样

在蒸馏水中加入一定量 NaHCO_3 和 CaCl_2 等可模拟天然水体所含有的矿物质, 同时又不受其他杂质的干扰, 然后加入一定量实验室培养的含大肠菌及一些杂菌的菌种, 混合均匀后用定量中速滤纸过滤, 除去细菌碎片。

② 消毒剂配制

用分析纯 NaClO 配制成含一定浓度自由氯的 NaClO 溶液, 用分析纯高锰酸钾配制一定浓度的高锰酸钾溶液。

③ 试验设备

无菌工作室、净化工作台、恒温培养箱、高压灭菌锅、滤膜、真空油泵等。

④ 试验方法

在一系列经预先清洗、紫外线消毒的烧杯中, 加入 1 000 mL 水样, 再加入一定量消毒剂并搅拌反应一定时间后, 取水样置于预先加有无菌中和剂 (10% $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 的取样瓶中, 中止消毒反应, 留作微生物检验。对于总大肠菌群采用膜滤法检测, 对细菌总数

采用平板计数法测定。

⑤ 消毒效果评价

消毒效果依据消毒不同时间后水样中微生物的存活率进行评价:

$$\text{存活率} = \lg N_t / N_0 \quad (1)$$

式中 N_t ——消毒剂作用一段时间后水样中剩余微生物个数

N_0 ——消毒前等量水样中的对照微生物个数

此外, 根据 Haas^[1] 和 Strub^[2] 等采用的 Berenbaum 公式来判断两种消毒剂之间的作用关系, 即如果混合物中的组分之间不存在相互作用关系, 那么不管量效关系如何, 都满足以下公式:

$$\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{y_i} = 1 \quad (2)$$

式中 x_i ——混合物达到一定消毒效果时的各组分浓度

y_i ——各组分单独使用时产生与混合物同样效果时的浓度

i ——各单独组分

基金项目: 国家高技术研究发展计划 (863) 项目 (2002AA601140)

n ——组分数量

如果计算出的数值小于1,说明组分之间为协同作用,大于1为拮抗作用,而等于1则为叠加作用。

2 试验结果

氯与高锰酸钾联用及二者单独作用对大肠菌群的灭活效果见图1。

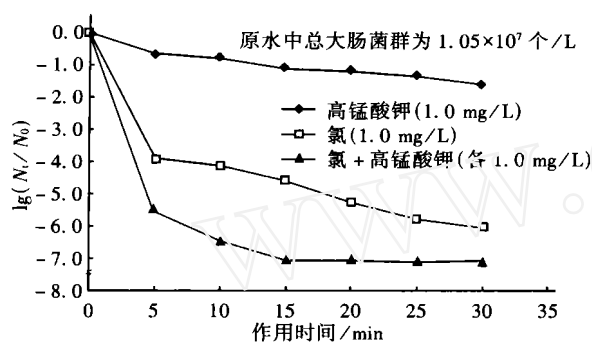


图1 氯与高锰酸钾联用及二者单独作用时
对总大肠菌群的灭活效果

由图1可以看出,氯对总大肠菌群的灭活效果好于高锰酸钾,而氯与高锰酸钾联用要明显好于二者单独使用的效果。

氯与高锰酸钾联用及二者单独作用对细菌总数的作用效果见图2。

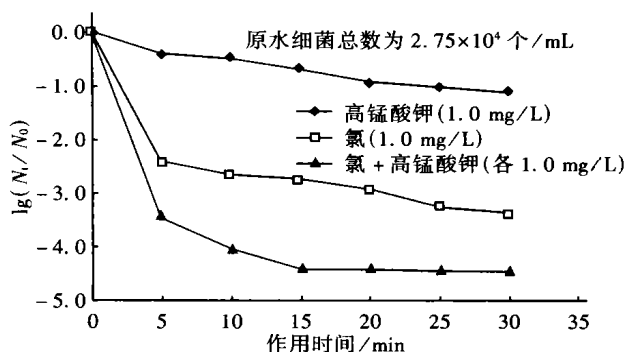


图2 氯与高锰酸钾联用及二者单独作用时
对细菌总数的作用效果

由图2可知,氯对细菌的灭活效果好于高锰酸钾,氯与高锰酸钾联用好于这两种消毒剂单独使用的效果。

3 两种消毒剂联用的机理分析

3.1 对总大肠菌群的作用

根据 Berenbaum 公式,选用 1.0 mg/L 氯和 1.0 mg/L 高锰酸钾的混合体系,则 x_1 (氯) = 1.0 mg/L, x_2 (高锰酸钾) = 1.0 mg/L。根据图1中的数据,以

15 min 灭活总大肠菌群 7.02 个对数级作为推断 y_i 的参照值。图3、4分别显示氯和高锰酸钾消毒 15 min 时剂量与总大肠菌群存活率的回归曲线,由图3推算 $y_1 = 1.76$ mg/L,由图4推算 $y_2 = 6.72$ mg/L,则:

$$\sum \frac{x_i}{y_i} = \frac{1}{1.76} + \frac{1}{6.72} = 0.72 < 1$$

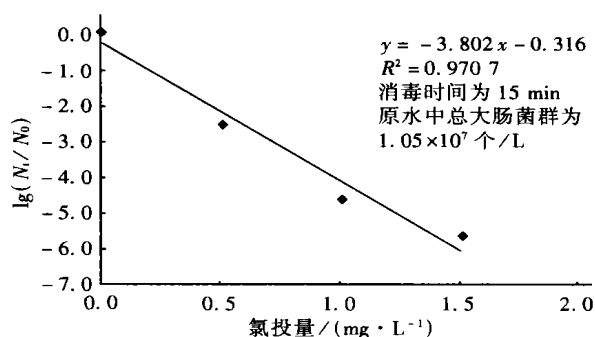


图3 氯投量与总大肠菌群存活率的关系

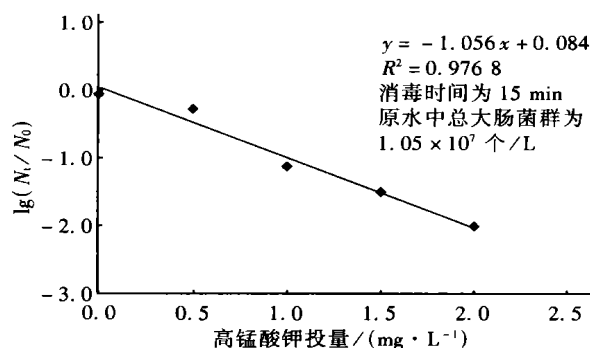


图4 高锰酸钾投量与总大肠菌群存活率的关系

由此判断,氯与高锰酸钾联用在降低总大肠菌群指标方面为协同作用。

3.2 对细菌总数的作用

选用 1.0 mg/L 氯和 1.0 mg/L 高锰酸钾的混合体系,则 x_1 (氯) = 1.0 mg/L, x_2 (高锰酸钾) = 1.0 mg/L。根据图2中的数据,以 15 min 灭活细菌总数 4.44 个对数级作为推算 y_i 的参照值。图5、6分别表示氯与高锰酸钾消毒 15 min 时剂量与细菌总数存活率的回归曲线。

由图5推算 $y_1 = 1.81$ mg/L,由图6推算 $y_2 = 6.23$ mg/L,则:

$$\sum \frac{x_i}{y_i} = \frac{1}{1.81} + \frac{1}{6.23} = 0.71 < 1$$

由此可以判断,氯与高锰酸钾联用在降低细菌总数指标方面也为协同作用。

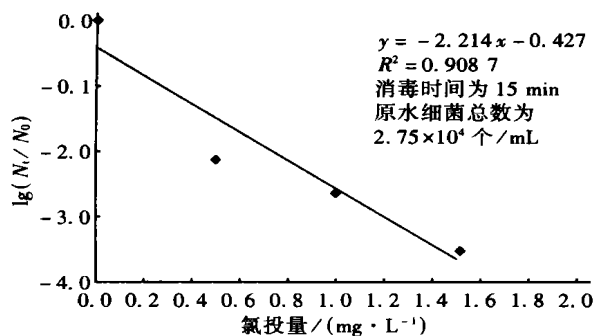


图5 氯投量与细菌存活率的关系

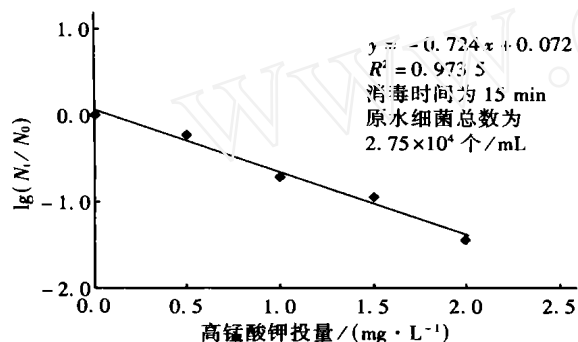


图6 高锰酸钾投量与细菌存活率的关系

4 投药量相同时的消毒效果比较

为降低氯化副产物生成量,不但应在消毒前尽可能多地去除氯化副产物的前质,还应在不影响细菌和病毒有效灭活的前提下尽量减少加氯浓度或缩短反应时间^[3]。

图7、8分别比较了投药量相同条件下,氯和高锰酸钾联用与氯单独使用降低总大肠菌群和细菌总数两项指标的效果。

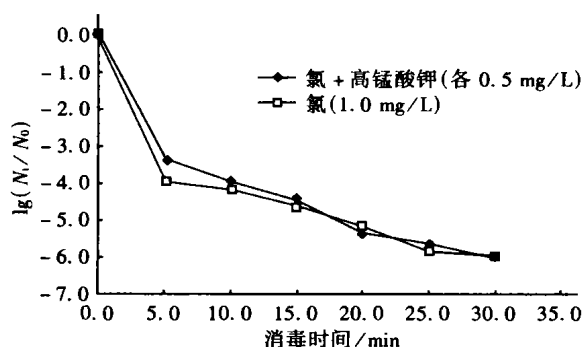


图7 投药量相同情况下对总大肠菌群去除效果的比较

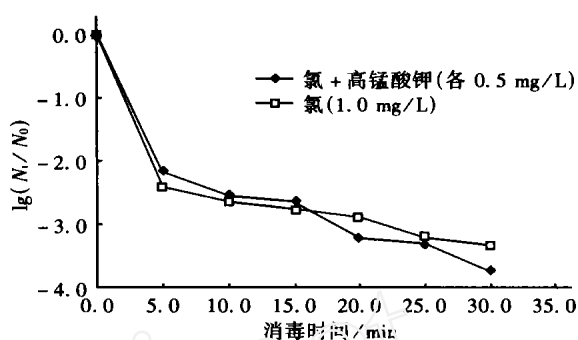


图8 投药量相同情况下对细菌总数去除效果的比较

结果表明,相同投药量前提下,高锰酸钾与氯联用和单独使用氯的灭菌效果相当,有时甚至好于后者。

5 结论

考察了氯与高锰酸钾联用降低总大肠菌群和细菌总数两项指标的作用,结果表明,高锰酸钾与氯对微生物有协同灭活作用。在相同投量条件下,在减少氯投量的同时投加等量高锰酸钾强化氯消毒,完全可以达到单独使用氯消毒的目的。

参考文献:

- [1] Yao kouame, Charles N Haas. Inactivation of *E. coli* by combined action of free chlorine and monochloramine [J]. Water Research, 1991, 25(9): 1027 - 1032.
- [2] Timothy M Straub, Charles P Cerba, Xia Zhou, et al. Synergistic inactivation of *Escherichia Coli* and MS - 2 coliphage by chloramine and cupric chloride [J]. Water Research, 1995, 29(3): 811 - 818.
- [3] 李君文. 氯化消毒时三卤甲烷的形成(1) [J]. 环境保护科学, 1994, 20(1): 5 - 9.

电话: (010) 87371656

E-mail: yangyanling@bjpu.edu.cn

收稿日期: 2003 - 04 - 01