

质增加农田土壤的肥力,促进农业生产。

(3) 在西湖发展淡水养鱼,栽藕,即能将营养物质转化为农副产品,又能减轻氮、磷对水体的富营养化危害。

(4) 在湖滨区大力植树造林。

4. 海西海水体中磷含量较高,但周围农田不多,可能与当地的环境地质有关。

对策

(1) 摸清海西海的环境地质情况,探索磷元素的来源,作针对性治理。

(2) 湖周山林破坏严重,荒山面积很大,必须绿化荒山。

(3) 适当发展淡水养殖业。

5. 天池水体中含氮量在 5 湖中居首位。天池周围的五宝山森林覆盖面积很大,全区植被覆盖率为 80.4%。林地径流是天池入湖水的主要来源。据有关资料介绍,日本琵琶湖森林径流氮的负荷量一般为 $0.694 \text{ kg/km}^2 \cdot \text{d}^{[1]}$ 。如果按此负荷量计算,天池 53.3 km^2 林地每日通过径流入湖的氮为 36.99 kg ,年入湖氮量为 13501.35 kg ,那么,天池水体中的氮负荷量就为 $1.96 \text{ g/m}^3 \cdot \text{a}$ 。这是比较高的一

个数值。通过地表径流进入水体中的树木叶片、碎屑很多,湖底腐殖层很厚。为分解大量的有机物和无机物,耗氧很高,居 5 湖之首。由于有机质多,含氮量又高,藻类增殖较快,数量比其它 4 湖都多,湖水透明度相应降低。天池已处于近中营养级。

对策

(1) 采取疏浚措施,取出淤积于湖底的植物碎屑及腐殖质层。

(2) 对随径流入湖的大量树叶及植物残体采取一定的拦截措施,减少湖底淤积。

(3) 适当放养浮游植物食性鱼类,消耗增长的藻类,转化水体中的营养物质。

致谢: 本站杨钟鹤、赵桂珍、俞丽华、曹锋同志参加部分项目分析工作,李时康绘图,谨此致谢。

参 考 文 献

- [1] 黎尚豪,海洋与湖泊,5(2),87—114(1963).
- [2] 裘 松,环境科学丛刊,2(5),8—17(1981).

游离性和化合性有效氯对氯仿形成的影响

黄君礼 寇广中 李玉华

(哈尔滨建筑工程学院)

目前,氯消毒已有八十多年的历史,开始它在降低伤寒发病率、防止肠道传染病和提高净水效果方面起了重要作用,我国解放初期使用漂白粉消毒,六十年代开始应用液态氯消毒。近年来,饮水氯消毒中由于氯与水体中有机物形成卤仿,已引起人们强烈关注。人们正在积极地寻找氯的代用品,如紫外线、过氧化氢、二氧化氯、臭氧和氯胺等^[1,2,3,4]。但

是,至今国内外,尤其是我国液态氯仍然是主要消毒剂。

二氧化氯消毒已有多年的历史,如美国 1977 年就有 84 个净水厂使用,灭菌效果也不亚于液态氯,且不生成氯仿。但是,由于它易发生爆炸以及它的毒性问题尚未解决,而影响了应用。

臭氧消毒历史悠久,自使用臭氧消毒剂

我们将含有不同数量的细菌和大肠菌群的水样,分别投加 2.7mg/l 的 CAC 和 2.6 mg/l 的 FAC 溶液, pH 值分别为 8.0 和 7.2. 4h 后进行细菌总数和大肠菌群的测定. 其结果列于表 1. 由表 1 可见, CAC 和 FAC 两种消毒剂都达到了令人满意的消毒效果. 也就是说,灭菌后,细菌总数和大肠菌群都低于国家饮用水标准(细菌总数 <100 个/ml 水, 大肠菌群 <3 个/l 水). 在杀灭细菌时, CAC 的效果甚至还好些.

3. 有效氯种类对氯仿形成的影响

我们在考察 CAC 和 FAC 灭菌效果的同时,也考察了对 CHCl_3 形成的影响. 利用管网水每天配制 FAC 浓度为 $2.0\text{mgCl}_2/\text{l}$ 和 CAC 浓度为 $2.5\text{mgCl}_2/\text{l}$ (其中氯含量为 0.75mg/l) 的两种水样,其中含有一定数量的细菌. 接触 4h 后测定 CHCl_3 生成量(见图 1). 由图 1 可见, CAC 在饮水消毒中形成的氯仿量大大减少,一般可降低 CHCl_3 生成量 50—70%.

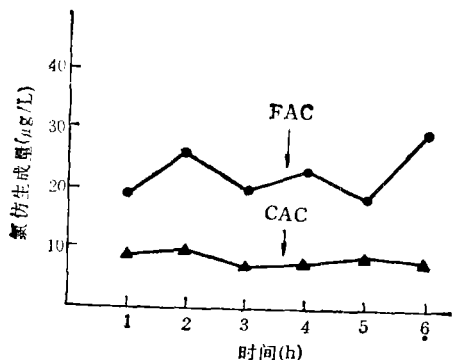


图 1 不同有效氯对氯仿形成的影响

4. CAC 和 FAC 投量对 CHCl_3 形成的影响

我们配制不同浓度的消毒剂,投加到管网水中,4h 后,测定 CHCl_3 , 其结果示于图 2. 随着消毒剂投加量的增加,氯仿生成量也增加. 同时,也可看出, FAC 形成 CHCl_3 量较 CAC 要多得多.

5. 不同接触时间对 CHCl_3 形成的影响

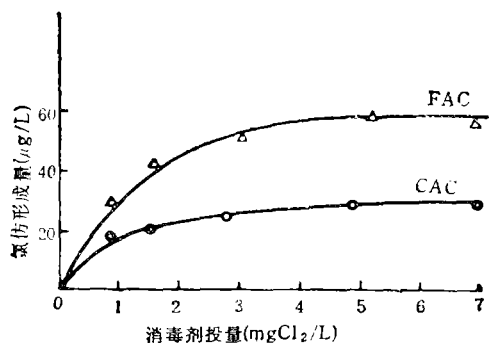


图 2 CAC 和 FAC 的浓度对 CHCl_3 形成的影响

我们以某水厂的管网水来配制两个系列含量的水样. 其中一系列含游离性氯 8.3mg/l , 另一系列含 NH_2Cl 和 NHCl_2 8.0mg/l . 每系列样品分装于 250ml 具塞磨口瓶中,共 7 组,每组 3 个平行样品,将水样充满后,瓶口处用聚四氟乙烯生料带封好. 立即测定一组,其余各组分别在 4、24、48、72、96 和 120 h 测定 CHCl_3 和其中的 CAC, FAC. 由图(略)可明显看到,随着接触时间的增加,其 CHCl_3 量也不断增加. 接触 4h 时, FAC 生成氯仿量为卤仿形成潜力 (简称 THMFP) 的 1/4, CAC 为 40% 左右. 而接触 24h 时, FAC 生成氯仿量为 THMFP 的 50%, CAC 为 80% 左右. 当经过一定时间后, CHCl_3 量则不再明显增加.

二、讨 论

1. 考察了臭氧的消毒效果及其对 CHCl_3 形成的影响

用于饮水消毒的物质很多,其中主要有游离性氯、氯胺、二氧化氯和臭氧等. 本文主要对 FAC 和 CAC 的消毒效果及其对氯仿形成的影响做了大量试验. 同时,对臭氧消毒效果及其对氯仿形成的影响作了初步探讨,并与 FAC 作了对比(见表 2). 从表 2 看出,臭氧的消毒效果较 FAC 好些,且生成氯仿量也少. 因此,应该承认臭氧是一种有效的消毒剂^[9].

有的学者认为,臭氧灭菌技术的应用,可

表 2 臭氧消毒效果及其对 CHCl_3 形成的影响

数 据 项目		消毒劑 $\text{O}_3(2.0\text{mg/l})$				$\text{FAC}(1.9\text{mg/l})$		
		1	2	3	4	1	2	3
细菌总数	灭菌前	4744	5930	7116	10674	5930	10674	11860
	灭菌后	88	60	92	82	21	成片	成片
大肠菌群	灭菌前	138	173	207	311	173	311	336
	灭菌后	20	<3	<3	<3	8	29	30
氯仿生成量($\mu\text{g/l}$)		4.5	4.0	5.0	3.5	8.0	15.0	7.0

能会受到限制,其主要原因是,其一臭氧发生器装置成本较高,且不易控制;其二臭氧在水中没有持续的消毒作用,臭氧氧化后还得继续氯化,由此产生的 THM 比单独氯化还要多^[7];其三,臭氧氧化有机物,生成卤仿量较少,但能否氧化成其它有毒有害有机物,还是值得人们注意的。美国环保局发现有多种有机物的水应用臭氧处理时,其中某些化合物能分解成致突变性物质^[5,7]。

2. 关于需氯量问题

所谓需氯量,是指在一定的时间里,与氯反应的还原剂的总量。实验中发现,氯化开始时需氯量大,但生成卤仿并不多,我们认为这主要是因为 FAC 在 $\text{pH}7.0$ 时, $E^\circ=1.28\text{v}$, HOCl 或 OCl^- 将迅速地氧化无机组(如 Fe^{2+} 等)。而后氯同有机化合物缓慢发生反应,其反应速度决定于 pH 和氯的浓度。

3. 关于氯的衰减速度问题

我们测定了 CAC (以 NH_2Cl 为例)和 FAC 在管网水中的衰减速度,示于图 3。其一

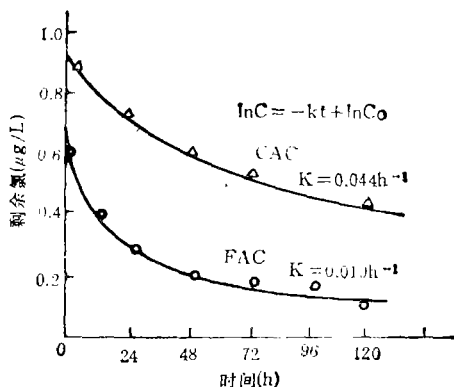


图 3 实验室管网水中氯的持久性

注:纵座标单位 $\times 10^3$

级衰减曲线的直线部分 CAC 的 $K=0.044/\text{h}$, FAC 的 $K=0.019/\text{h}$ 。由图中可看到, NH_2Cl 具有较大的持久性。我们认为这对管网水消毒来说更为有利。

我们实际测定了某水厂的部分水样的余氯含量,其结果列于表 3。由表 3 可见, CAC 从出厂水至管网水有增加的趋势,而 FAC 则明显下降。这主要是由于水中含有少量的

表 3 某水厂水样中的余氯含量

数据 项目		pH	NH_4^+-N (mg/l)	FAC (mg/l)	CAC (mg/l)			总余氯 (mg/l)
					NH_2Cl	NHCl_2	总 量	
水	源 水	7.6	0.05	0.00	0.00	0.15	0.15	0.15
出	厂 水	7.0	—	0.77	0.15	0.08	0.23	1.00
管	网 水	6.9	0.04	0.14	0.16	0.31	0.47	0.61

表 4 水源原水与管网水氯化形成 CHCl_3 比较

CHCl_3 ($\mu\text{g/l}$) 投氯量(mgCl_2/l)	消毒剂	FAC		CAC*	
		原 水	管网水	原 水	管网水
0.5		16.9	16.7	0.0	8.8
1.0		30.1	29.1	3.0	10.0
1.5		43.1	42.2	7.1	19.0
3.0		53.2	50.1	15.0	24.3

* NH_2Cl 和 NHCl_2 .

氨所引起的。

4. 水源水氯化问题

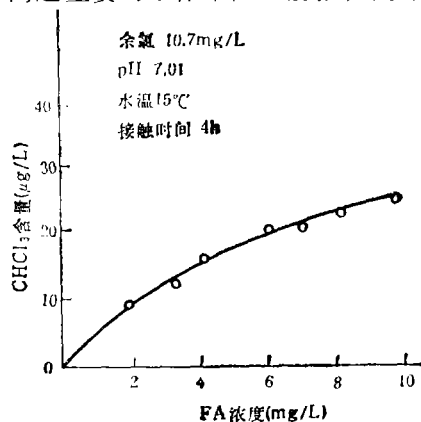
由于本文水样采用管网水, 里面含有少量的游离性有效氯 (FAC), 因此, 化合性有效氯 (CAC) 消毒中产生的 CHCl_3 量偏高, 这主要是由于少量 FAC 的贡献。我们直接取水源水(松花江水)进行投 FAC 和 CAC 氯化表明(见表 4), 水源原水 CAC 氯化形成 CHCl_3 量明显减少。

5. 氯对病毒和某些浮游生物的作用问题

Mitcham 等人的试验表明, 氯胺不仅在去除病毒的效果是好的, 且在杀灭成熟的桡足类、剑水蚤 (Copepod, Cyclops) 等浮游生物具有突出的效果。但是, 对枝角类、鼻水蚤 (Cladocera, Bosmina) 等的效果不如 FAC^[7]。

6. 氯消毒中氯仿生成量与水中前驱物质有关

饮水氯消毒中形成氯仿除直接与投氯有关外, 还主要与水体中卤仿前驱物质有关。此

图 4 FA 对 CHCl_3 形成的影响表 5 温度对 CHCl_3 形成的影响*

数 据 温度($^{\circ}\text{C}$)	项 目					
	管		网		水	
	含氯 $0.98\text{mgCl}_2/\text{l}$		投氯 $4.23\text{mgCl}_2/\text{l}$		投氯 $9.60\text{mgCl}_2/\text{l}$	
	CHCl_3 ($\mu\text{g/l}$)	余氯 (mgCl_2/l)	CHCl_3 ($\mu\text{g/l}$)	余氯 (mgCl_2/l)	CHCl_3 ($\mu\text{g/l}$)	余氯 (mgCl_2/l)
0	12.8	0.97	11.8	4.03	33.3	7.17
12	13.2	1.02	15.0	3.77	68.0	7.78
20	15.7	0.98	15.5	3.86	74.5	6.88
30	16.7	0.74	19.7	3.52	98.5	6.32
40	17.3	0.80	21.0	2.35	103.5	5.18
50	24.8	0.60	25.0	1.25	99.2	4.74

* 接触时间 4h, 水样 $\text{pH} = 7.0$.

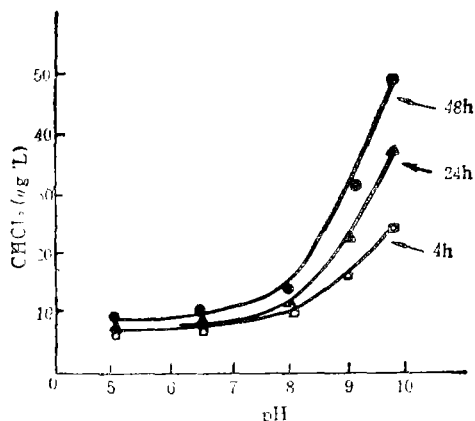


图5 pH 值对 CHCl_3 形成的影响

课题另有论述。本文仅将水中腐植酸不同含量对氯仿影响示于图4。由图4可见,随着饮水中富里酸(FA)的增加,其 CHCl_3 生成量也增加。

7. 其它因素对 CHCl_3 形成的影响

在管网水中检测出的 THMs (包括卤仿反应的中间体)数量取决于水源原水的质量,氯化时条件(如水中氯浓度、溴化物浓度以及水温等),溶解氯仿和剩余氯仿平衡时的 pH 值,水样的储存、分解以及卤仿反应中卤代中间体的挥发损失和断裂等因素,本文不作详细论述。这里仅将 pH 和温度的影响部分数据列于表5和图5。就总体效应来说,一般随 pH 值增加和温度上升,其氯化水中的

CHCl_3 量也升高。

三、结 论

1. 化合性有效氯(CAC)消毒与游离性有效氯(FAC)比较,两者消毒灭菌效果都是令人满意的。尤其对管网水的持续消毒来说,CAC 是更好的消毒剂。

2. CAC 消毒与 FAC 比较,前者可降低三卤甲烷的生成量,一般可减少50—70%。

3. 饮用水氯消毒中,产生的氯仿量,除与水质有关,即与水中卤仿前驱物质以及水质状态有关外,还与 FAC 和 CAC 的浓度有关。随着水中余氯量的增加,其三卤甲烷的生成量也增加。

参 考 文 献

- [1] Richard, J. B. et al., *Environ. Sci. Technol.*, **6** (10), 554(A)(1982).
- [2] Robert, A. S. et al., *Environ. Sci. Technol.*, **16** (4), 510(A)(1982).
- [3] Williams H. G. et al., *J. Environ. Qual.*, **11**(4), 663(1982).
- [4] Guan A., et al., *J. Environ. Qual.*, **11**(4) (1982).
- [5] 周保珍,给水排水, (3), 32(1983).
- [6] 黄君礼等,黑龙江化工, (4), 1(1985).
- [7] Mitcham, R. P., et al., *J. AWWA*, **75**(4), 196 (1983).

• 环境信息 •

用生物方法去除饮用水中硝氮

美国加州科学家正在试验用生物方法去除饮用水中含氮化合物。一个试验组用来处理受硝酸盐污染的水 200 L/min. 这种水经过一个有游离氧的环境,在其中用甲醇培养细菌。水经过试验组时微生物就消掉硝酸盐。该试验如成功,就可设计一个装置处理含硝氮水 2000—8000 L/min. 在以地下水为

主要饮用水源的地区,有不少水受到农业地表径流中含氮化合物的污染。

仲民摘译自 *Environ. Sci. Technol.*,
21(6), 518 (1987)。