

给水中有机物与 Ames 致突变物的相关性

岳舜琳

(上海市自来水市南有限公司, 上海 200020)

摘要: 通过水质深度处理试验、活性炭净水器净水试验及 5 个城市的水质检测数据而证实了水中的 COD_{Mn} 、 COD 、 TOC 、 UV_{254} 与致突变率 MR 或回变菌落数具有较好的相关关系。提出要使净化水致突变试验结果为阴性(即 $MR \leq 2$)，水源水的 COD_{Mn} 要降低到不大于 4.0 mg/L (即符合 GHZB 1—1999《地表水环境质量标准》的要求)。自来水中的 COD 、 COD_{Mn} 、 TOC 、 UV_{254} 要分别降低到 7.5、2.0、5.0 mg/L 和 0.080 以下，在水厂生产中应将 COD_{Mn} 及 UV_{254} 列入日常监测项目并达到上述要求。

关键词: Ames 致突变试验; COD ; COD_{Mn} ; TOC ; UV_{254}

中图分类号: TU991.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000—4602(2003)01—0020—03

1 水中的致突变物

Ames 致突变试验作为致癌物的初筛方法在给水中得到了广泛应用, 现已被美国列入“水和废水标准检验法”。经过一些研究机构和学者的验证, 其预测致癌物的准确性约为 60%~70%^[1]。与 DNA 中的碱基相类似的化学物、烷化剂、碱基修饰剂、碱基嵌入剂以及能抑制 DNA 修复功能的化合物均为致突变物, 环境中常见的污染物有亚硝胺类、三卤甲烷、苯并(a)芘、氯乙烯、甲醛、苯、镍、砷、铅、烷基汞、DDT、敌敌畏、甲基对硫磷、2, 4-D、2, 4, 5-T、百草枯等^[1], 此外水中的腐殖质和其他有机物在加氯消毒时也会产生致突变物。腐殖质本身也会由于其空洞结构而捕获或者固定各种有机物, 例如烷烃、脂肪酸、邻苯二甲酸酯、碳水化合物、农药、缩氨酸以及一般无机化合物。所有有机物都可以被测定为 TOC , 或者氧化后被测定为 COD , 或者一部分被氧化测定为 COD_{Mn} , 有机物中的腐殖质及其分解物、芳烃以及含共轭双键的有机物能吸收紫外光而使水具有一定的紫外吸光度。

2 水处理工艺中致突变物的变化

对同一个水源以平行的 4 种水处理工艺处理,

工艺设备及技术条件见图 1。以 O 代表臭氧氧化工艺, T 代表混凝沉淀过滤常规工艺, B 代表生物滤池工艺, C 代表活性炭过滤, Cl 代表氯化工艺, 图 1 中包括 4 个组合工艺:

① BT, 生物滤池后续常规处理, 加氯后为 BTCl;

② OT, 臭氧预处理后续常规处理, 加氯后为 OTCl;

③ BTC—BT, 组合工艺后续活性炭过滤, 加氯后为 BTCCl;

④ BTOC—BTO, 组合工艺后续活性炭过滤, 加氯后为 BTOCCL。

每日定时测定原水及各工艺出水的 COD 、 TOC 、 UV_{254} 及 Ames 致突变试验, 表 1 中所列数据为年平均值。

MR 为致突变率, 其值为样品回变菌落数除以自回变菌落数之商, 采用了两种菌株: TA98 和 TA100, 由于 TA100 试验结果均为阴性, 故表中未列出。水样接种最大体积为 0.68 L/皿, +S₉ 表示用微粒体酶 S₉ 激活, -S₉ 表示不加微粒体酶 S₉ 激活。

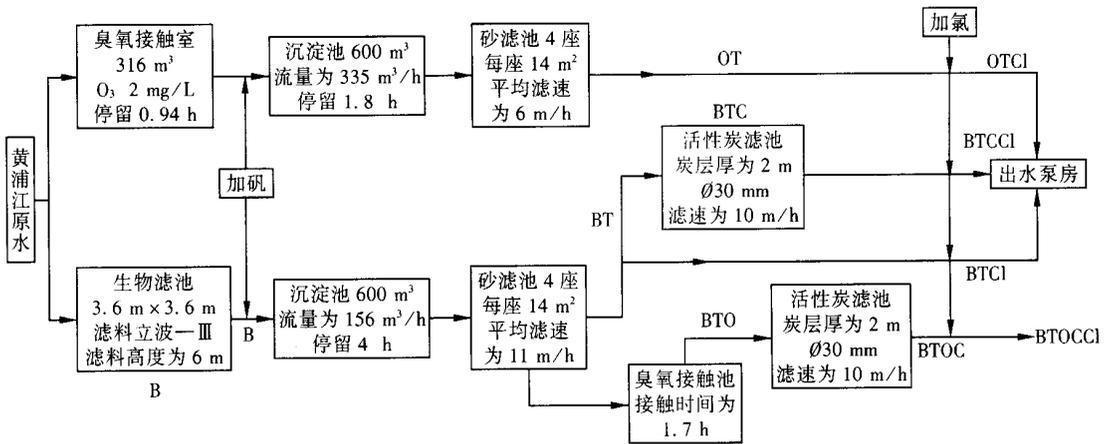


图1 试验工艺流程

表1 水处理各阶段水质测定及 Ames 试验结果

水处理工艺	RW	BT	OT	BTC	BTOC	RW	BTC1	OTC1	BTCC1	BTOCC1
COD(mg/L)	23.3	13.7	12.2	10.7	9.9	23.3	9.5	8.9*	7.5	7.6
TOC(mg/L)	12.52	6.58	7.35	5.55	5.25	12.52	5.21	4.67	4.02	4.68
UV ₂₅₄ (cm ⁻¹)	0.204	0.105	0.070	0.089	0.070	0.204	0.108	0.083	0.083	0.074
MR+S ₉	9.24	6.4	5.6	2.0	1.6	8.84	6.0	10.4	1.6	1.0
MR-S ₉	7.6	10.4	8.4	3.6	2.4	8.0	7.0	18.8*	4.0	2.0

注: *表示数值异常,不参加计算。

将表1中的COD、TOC、UV₂₅₄值与相应的MR值分别进行相关关系计算,结果见表2。

表2 MR与COD、TOC、E_{UV}的相关关系

项目	不加氯	相关系数 r	加氯	相关系数 r
+S ₉	MR-COD	0.889	MR-COD	
	MR-TOC	0.884	MR-TOC	0.476
	MR-UV ₂₅₄	0.793	MR-E _{UV}	0.494
-S ₉	MR-COD	0.439	MR-COD	0.742
	MR-TOC	0.415	MR-TOC	0.710
	MR-UV ₂₅₄	0.312	MR-E _{UV}	0.824

由表2可见,COD、TOC、UV₂₅₄与MR值呈较好的正相关关系,其中不加氯水样经S₉代谢激活的致突变物的相关关系比不经S₉激活的致突变物的好,而加氯后的水样则相反。由此可见,加氯使水中的部分有机物有向不需激活的致突变物转化的倾向,即加氯前水中需经代谢激活的前致突变物,加氯后转变为不需代谢激活的终致突变物。MR≤2时Ames试验为阴性,从表1的结果可知,应要求净化后出水(加氯前)的COD和TOC分别小于7.5、5mg/L,UV₂₅₄<0.080。

3 活性炭净水器中致突变物的变化

采用5只装有不同品牌的活性炭净水器,进水

为城市自来水。在空床滤速为3倍滤料体积/min下过滤36h,每隔2h取样1次并进行测定(见表3)。采用TA98菌株,Ames致突变结果系将3个接种浓度(0.1、0.5、0.68L/皿)的3个平行样的+S₉与-S₉回变菌落数加和表示。

表3 活性炭净水器出水水质

项目	进水	A	B	C	D	E
COD _{Mn} (mg/L)	4.4	2.38	2.29	2.77	3.12	2.68
TOC(mg/L)	10.6		5.41	6.47	7.31	6.47
Ames试验回变菌落数(个/皿)	1380	120	207	485	511	671
MR	9.2	0.8	1.38	3.24	3.4	4.5

由表3可得出COD_{Mn}和TOC与回变菌落数的相关系数分别为:0.947(f=n-2=4, p=95%, r=0.811,其中f为自由度,n为测定次数,p为置信水平)、0.960(f=n-2=4, p=95%, r=0.878)。

可见,活性炭净水器出水中的COD_{Mn}、TOC与Ames试验的回变菌落数呈显著的正相关关系。A、B两净水器出水测定结果为阴性,故可认为净水器出水的COD_{Mn}要降到2.0mg/L左右、TOC要降到5.0mg/L左右才能使Ames致突变试验结果为阴性。

4 不同城市自来水水质比较

收集了 B、T、W、K、S 5 个城市水源水的 COD_{Mn} 的年平均结果以及一次性的接种浓度为 2 L/皿的自来水 Ames 致突变试验结果, 数据见表 4。

尽管缺少各市自来水的 COD_{Mn} 数值, 但由于自来水是该水源水的净化水, 故自来水的 Ames 致突变率 MR 仍旧与水源水的 COD_{Mn} 数值有较好的相关关系。以上 5 个城市基本上都采用常规水处理工艺, 因此可以认为欲使水厂出水 Ames 致突变率 $MR \leq 2$ (即致突变为阴性), 要求水源水的 $COD_{Mn} < 4.0$ mg/L, 即相当于达到 GBZB 1-1999《地表水环境质量标准》中规定的 II 类水质标准。

表 4 5 个城市的水源及自来水水质

城市	B	T	W	K	S	相关系数 r
水源水 COD_{Mn} (mg/L)	2.0	4.50	3.5	1.4	6.4	0.829
自来水 $MR-S_9$	1.70	1.86	1.32	1.27	1.44	0.800
自来水 $MR+S_9$	1.27	1.29	1.38	1.28	1.54	0.878

5 结论

① 水中的 COD_{Mn} 、 COD 、 TOC 、 UV_{254} 值与 Ames 致突变率呈较好的相关关系。

② 为使自来水 Ames 致突变试验结果为阴性, 水源水中的 COD_{Mn} 要不大于 4.0 mg/L, 自来水中的 COD 、 COD_{Mn} 、 TOC 和 UV_{254} 要分别降低到 7.5、2.0、5.0 mg/L 和 0.080 以下。

③ 由于 COD_{Mn} 与 UV_{254} 较易测定, 在水厂生产中应将它们列入日常监测项目并符合②中的要求。

参考文献:

[1] 蔡宏道. 现代环境卫生学[M]. 北京: 人民出版社, 1995.

电话: (021) 64745935

收稿日期: 2002-05-22

·技术交流·

室内下水铸铁管产生裂口的原因及其修复、预防措施

1 铸铁管产生裂口的原因

下水铸铁管产生裂口主要是由用户在冬季突然排放高温热水所致。

2 对铸铁管裂口的修复

① 局部更换法。先用焊机把裂口管段拆除, 然后换上新管重新打灰口 (24 h 内不得用水)。经该法修复后管道完好如初, 但拆装麻烦、修复费用高, 且修复时影响正常使用。它主要适用于靠近自由端的裂口管段的修复。

② 套袖水泥打口法。首先根据裂口管段的尺寸截取一段钢管, 沿管的纵向劈成两片, 将其套在裂口管段处并用焊机把两片再焊接起来 (做成承口状套袖), 然后向套袖与铸管间的间隙内填灰, 打灰口。该法主要适用于不易拆装的主立管裂口的修复。

③ 卡箍抹胶法。首先用锉或锯条清除裂口周围的污物, 抹上铸工胶 (或 302 胶), 然后根据铸管承口外径用扁铁制作一对环箍卡箍, 把卡箍卡在裂缝的承口处并用螺栓拧紧, 使其在承口外壁产生一种预压应力。当插口再受热时卡箍便能抑制其外胀, 抹胶的裂缝也就不再裂开。该法比前两种方法简单, 并适用于各种情况时的下水铸管裂口的修复。

④ 铁丝捆扎抹胶法。首先清污抹胶 (同卡箍抹胶法), 然后用 8[#] 铁丝双股环绕裂口铸管, 铁丝一端用钳子夹住绕另一端用力缠绕, 使其牢牢捆扎在铸管上, 并对其产生预压应力。该法比卡箍抹胶法更简单, 主要适用于承口裂缝比较短的情况。

3 防止铸铁管产生裂口的预防措施

① 用户使用热水时禁止向下水道直接排放高温热水。

② 用卡箍卡紧或用粗铁丝缠绕拧紧各易裂承口, 抑制插口受热外胀, 从而避免承口被胀裂漏水。

(山东科技大学 孙清典 供稿)