

二氧化氯控制北京热电厂除盐水系统中微生物污损危害的效果

吕人豪 刘琦 白素娥 肖昌松 张英华

(中国科学院微生物研究所, 北京)

陈惠昌 王富荣

(北京热电厂, 北京)

为控制北京热电厂除盐水系统中微生物的污堵危害, 在现场进行了二氧化氯杀菌的中试及生产性试验, 并与加氯杀菌的效果作了比较。在投药量为 2ppm 的二氧化氯和氯的中试中, 滤柱运转周期分别为对照的 205% 和 122%; 杀菌率分别为 95—100% 和 85—91%。二氧化氯低剂量 (1ppm) 生产性投加比氯 (5—6ppm) 提高杀菌率 50—90%, 并随时间延长杀菌率进一步提高到 90% 以上。在不超过 2ppm 的高剂量投加下, 水中存活菌量比加氯 (5—6ppm) 时下降 90—99%, 在低或高剂量投加下, 玻片附着菌量下降 90—95%。滤料、树脂层中菌量下降 80—99%。挂片污垢量下降 48—70%。延缓菌膜形成期 1 倍以上。滤池反冲次数下降 35—49%, 阴阳树脂交换容量分别提高 14—17.0% 和 8—11.8%。试验表明二氧化氯杀菌、抑制污堵效果明显优于氯, 采用投量 1—2ppm 药剂能达到有效控制或延缓热电厂微生物污堵危害的目的。

关键词 二氧化氯; 生物污损控制

在调查了北京热电厂除盐水处理系统中危害微生物的生态分布, 组成及其造成危害的成因后^[1], 针对该厂水质具有高 pH 值, 有机污染量高等特点, 选择了杀菌率不受 pH 影响, 不形成致癌性毒物的二氧化氯^[2-3]代替氯, 在实验室完成了药剂杀灭主要危害菌效果、影响因子等比较研究^[4], 在确定二氧化氯比氯优越的基础上, 在热电厂建立了我国以杀菌为目的的第一套二氧化氯发生装置。本文报道在该厂进行二氧化氯杀菌中间试验及生产性投加药剂控制微生物危害的效果。

材料和方法

(一) 二氧化氯的制备及投药方式

二氧化氯 (ClO_2) 的制备是由氯酸钠和盐酸反应来发生的。投药方式在模拟生产条件的中试

中, 分别在未加氯 (Cl_2) 的流量为 15 l/h 的滤池水及半除盐水中连续投加 1 或 2ppm 二氧化氯, 混合均匀后, 通过滤料或树脂交换柱来测定杀菌及生物污堵效果。生产性投加试验在滤池入口及半除盐水箱入口投药。投加浓度在低剂量投加是药剂余量不超过 0.1ppm 为标准, 平均投量不超过 1ppm。高剂量投加不限药剂余量, 控制投量, 在滤池投药不超过 2ppm; 半除盐水箱不超过 1ppm。二氧化氯的制备及在水系统中的投加点如图 1 所示。

(二) 杀菌效果检测

水、污垢、滤料、树脂中存活菌量及二氧化氯和氯的测定方法同前文^[1,4]。玻片上附着菌量是在玻片上经过结晶紫染色后用显微镜网目测微尺直接计数。所有菌量的图都以 5 次以上测定中间值来绘制。阳离子树脂交换容量测定时, 树脂先用 1N HCl 再生, 洗净, 然后加入 1N NaCl, 流出

本文于 1985 年 1 月 7 日收到。

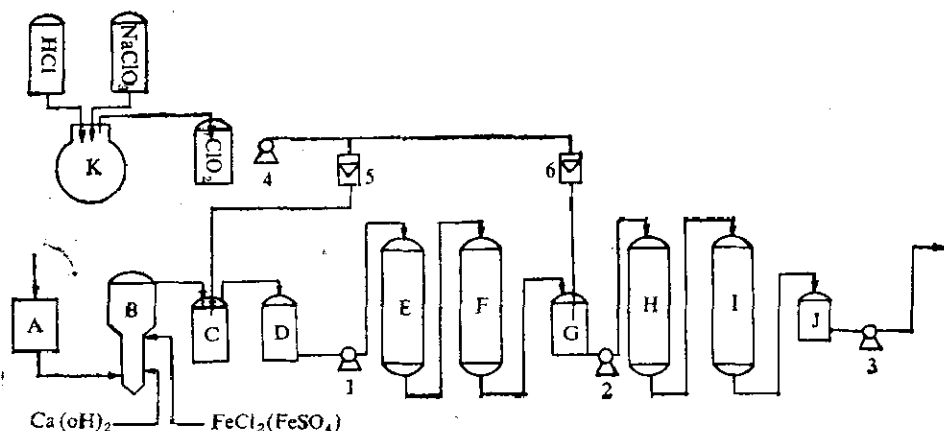


图1 二氧化氯的制备及其除盐系统中投加流程

Fig. 1 Preparation of chlorine dioxide and its feeding flow chart in desalting water systems

A. 生水 Raw water B. 澄清器 Clarifier C. 滤池 Filter D. 清水池 Clean water pond E. 一级阳床 Primary cation exchanger F. 一级阴床 Primary anion exchanger G. 半除盐水箱 Primary desalting water tank H. 二级阳床 Secondary cation exchanger I. 二级阴床 Secondary anion exchanger J. 除盐水箱 Secondary desalting water tank K. 反应罐 Reactor

1. 清水泵 Clean water Pump 2. 半除盐水箱水泵 Primary desalting water pump 3. 除盐水箱水泵 Secondary desalting water pump 4. 二氧化氯投加泵 Chlorine dioxide feed pump 5, 6. 流量计 Flow meter

液用 1N NaOH 滴定求得。阴离子树脂交换容量测定是将氯型树脂用 1N Na_2SO_4 处理，流出液以铬酸钾为指示液，用 0.1N AgNO_3 测定氯根的方法完成。

结 果

(一) 生产模拟试验中二氧化氯的杀菌作用

为模拟生产条件，我们以实际生产运转水质及菌含量进行了二氧化氯和氯杀菌效果比较中间试验。重点观察杀菌作用和控制污堵的效果。从滤池水投药杀菌的结果(图 2, 表 1)表明，在粗滤料(直径 4—5 mm)试验中，对照、加氯及加二氧化氯三者污堵的开始时间分别为 77、94、158 小时。加氯运转时间为对照的 122%，加二氧化氯为 205%。要维持总流量的三分之二，加氯和加二氧化氯时运转时间分别为对照的 118% 和 196%，流量不低于原流量三分之一时，加氯为对照的 102%，加二氧化氯为 165%。显然二氧化氯抑制生物

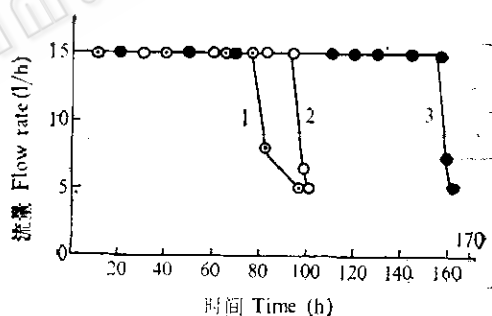


图2 投加二氧化氯和氯时，通过粗滤料柱的水流量变化

Fig. 2 Changes in flow rate of water through column with coarser filtering material under feeding of ClO_2 and Cl_2

1. 对照(未加药) Control (no microbiocide)
2. Cl_2 (2ppm) 3. ClO_2 (2ppm)

污堵比氯优越得多。细滤料(直径 2—3 mm)试验结果(图 3, 表 1)中除生物污堵时间更提前外，其他与粗滤料情况相似。在半除盐水通过树脂柱的中试中，因水质改善，对照滤柱的污堵推迟至 120 小时出现，投加二氧化氯时到 170 小时仍保持原始流量，说明该药剂抑制树脂污堵比对细

表 1 投加二氧化氯时,滤料柱污堵速度比较

Table 1 Comparison of biofouling plugging rate of filter column under feeding of ClO₂ and Cl₂

试验 Test series	粗滤料 Coarser filtering material				细滤料 Finer filtering material			
	2/3 以上流量 2/3 flow rate		1/3 以上流量 1/3 flow rate		2/3 以上流量 2/3 flow rate		1/3 以上流量 1/3 flow rate	
	运转时间 Operating time (h)	相对效率 Relative efficiency	运转时间 Operating time (h)	相对效率 Relative efficiency	运转时间 Operating time (h)	相对效率 Relative efficiency	运转时间 Operating time (h)	相对效率 Relative efficiency
对照 Control	81	100	98	100	14	100	17	100
Cl ₂	96	118	100	102	16	114	18	105
ClO ₂	159	196	162	165	19	136	34	200.4

表 2 二氧化氯和氯对滤料中粘液细菌和真菌的杀灭作用

Table 2 Microbiocidal efficiency of ClO₂ and Cl₂ on slimeforming bacteria and fungi in filtering material

试验 Test series	粗滤料 Coarser filtering material				细滤料 Finer filtering material			
	粘液形成菌 Slime-forming bacteria		真菌 Fungi		粘液形成菌 Slime-forming bacteria		真菌 Fungi	
	菌量/g Bacteria counts/g	杀菌率 Biocidal efficiency (%)	菌量/g Fungi counts/g	杀菌率 Biocidal efficiency (%)	菌量/g Bacteria counts/g	杀菌率 Biocidal efficiency (%)	菌量/g Fungi counts/g	杀菌率 Biocidal efficiency (%)
对照 Control	6.2×10 ⁷	0	365	0	2.7×10 ⁷	0	26	0
Cl ₂	9.5×10 ⁶	85	30	91	2.6×10 ⁶	90	2.5	90
ClO ₂	1.4×10 ⁶	98	0	100	1.3×10 ⁶	95	1.5	94.5

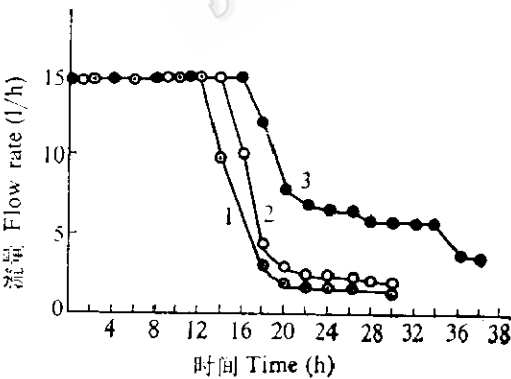


图 3 投加二氧化氯和氯时,通过细滤料柱的水流量变化

Fig. 3 Changes in flow rate of water through column with finer filtering material under feeding of ClO₂ and Cl₂

1.对照 Control 2.Cl₂ (2ppm) 3. ClO₂ (2ppm)

滤料效果更为显著。

从表 2 可知二氧化氯杀菌率达 95% 以上,氯在 85—90% 之间,这同上述形成污堵速度是一致的。所以从中试的结果表明在热电厂除盐水系统中采用 2ppm 二氧化氯,杀菌和防止污堵效果都优于氯。

(二) 低剂量二氧化氯生产性投加时的杀菌作用

1. 药剂投量及余量的变化: 图 4 结果表明,药剂余量除个别情况外,不论在一级阳床入口,还是二级阳床入口都保持在原计划要求的 0.1ppm 以下。投量前半月偏低,以后均稳定在 0.4—0.5ppm 的范围。

2. 除盐水系统中的存活菌量: 在水系统中每隔二天检测一次粘液异养菌、铁细

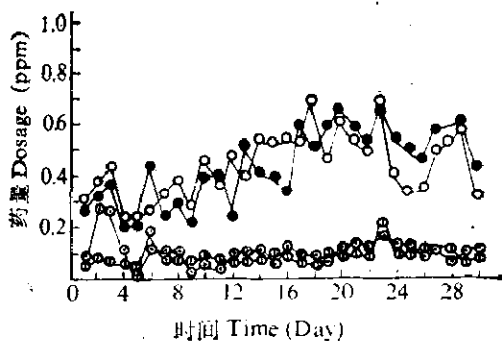


图4 低剂量二氧化氯生产性投加下药剂投量和余量随时间的变化

Fig. 4 Changes in microbiocide dosage and residual with time at low dosage feeding of microbiocide

○——○ 滤池水中的投量 Dosage in filter water
●——● 半除盐水中投量 Dosage in primary desalting water
○——○ 一级阳床入口药剂余量 Residual in primary cation exchanger inlet
①——① 二级阳床入口药剂余量 Residual in secondary cation exchanger inlet

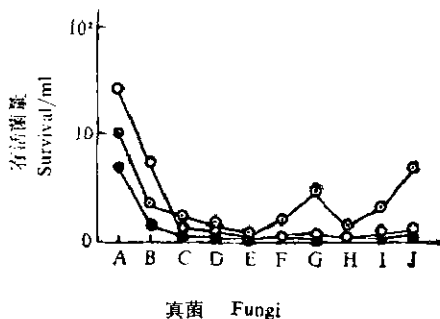
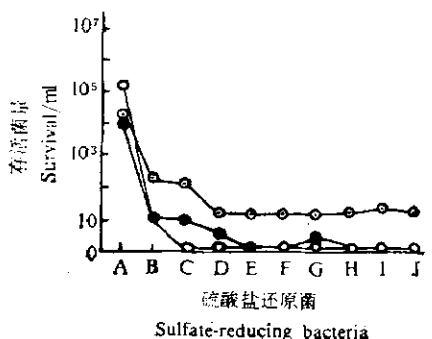
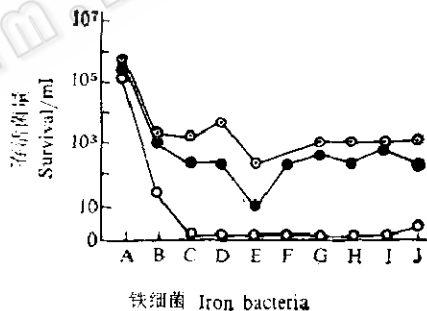
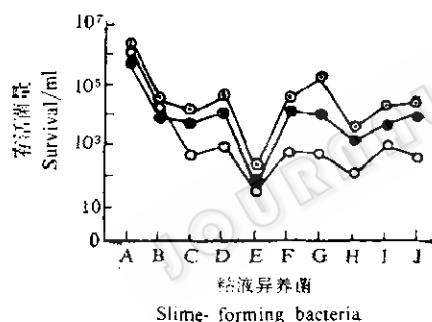


图5 低剂量二氧化氯生产性投加时,除盐系统中的存活菌量

Fig. 5 Changes in survival of microbes in desalting water system at low dosage feeding of ClO_2 in industrial scale tests

●——● ClO_2 (第一个月 first month) ○——○ ClO_2 (第二个月 second month) ○——○ Cl_2
A, B, C...J 见图1说明 see Fig. 1

菌、硫酸盐还原菌及真菌。图5的结果表明: 平均不超过1ppm二氧化氯投量与加5—6ppm氯杀菌比较, 在第一种情况下四种菌都有不同程度下降。其中粘液异养菌在投药第一个月平均下降50%左右, 在半除盐水箱(G)之后的流程中, 效果更显著; 铁细菌在滤池加药后存活菌量大幅度下降, 在一级阳床(E)前下降90%, 以后, 在30—50%范围内变动; 硫酸盐还原菌菌量在整个系统中都下降70—90%; 真菌量在投药后一直处于很低水平, 与加氯时一级阳床后菌量增长情况形成一个明显对照。投药3个月后存活菌量比第一个月有更显著的下降, 粘液异养菌、铁细菌及硫酸盐还原菌平均下降达90%以上。看来随着低剂量二氧化氯投加时间的延长杀菌效果大有改善。

3. 悬挂玻片上附着菌量的比较：菌在水处理系统中造成污堵危害的主要原因是菌能附着在固体表面，并能生长繁殖。因此在部分装置中进行悬挂玻片试验，悬挂48小时后，玻片上菌量直接计数结果（图

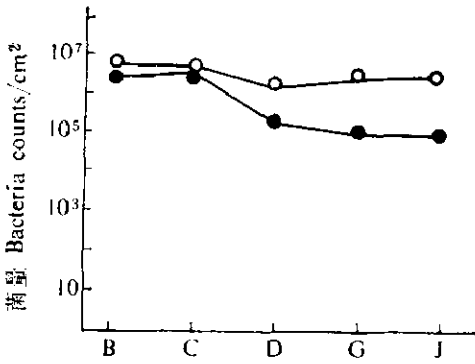


图6 低剂量 ClO_2 投加下玻片上附着菌量的情况 (B, C, D...见图1说明)
Fig. 6 Bacteria counts adhered to glass slide at low dosage feeding of ClO_2 (B, C, D... See Fig. 1)
○—○ Cl_2 ●—● ClO_2

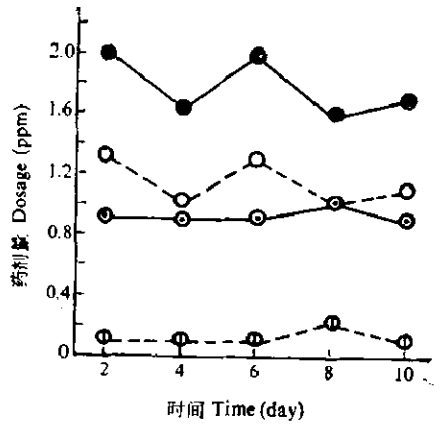
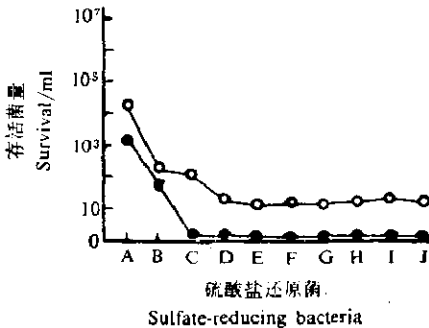
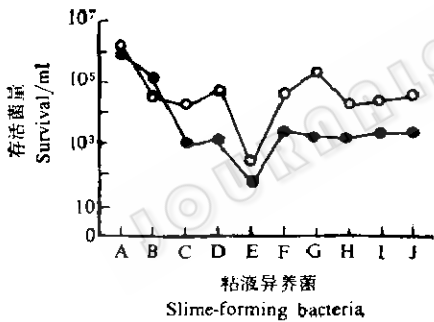


图7 高剂量 ClO_2 投加下、药剂剂量与余量随时间的变化
Fig. 7 Changes in microbiocide dosage and residual with time at high dosage feeding of ClO_2
●—● 滤池入口药剂剂量 Microbiocide dosage in filter
○—○ 一级阳床入口药剂余量 Residual in primary cation exchanger inlet
⊙—⊙ 半除盐水箱药剂剂量 Microbiocide dosage in primary desalting water tank
①—① 二级阳床入口药剂余量 Residual in secondary cation exchanger inlet

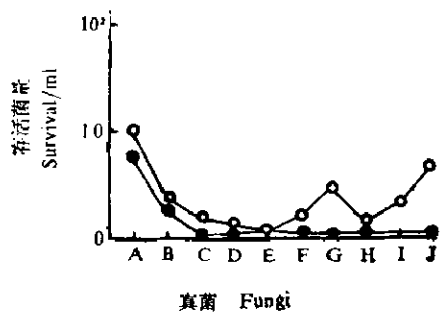
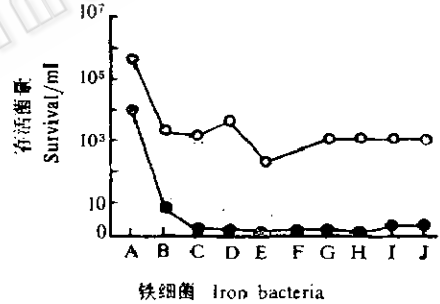


图8 高剂量二氧化氯生产性投加时除盐系统中的存活菌量
Fig. 8 Changes in survival of microbes in desalting water system at high dosage feeding of ClO_2
●—● ClO_2 ○—○ Cl_2
A, B, C...J 见图1说明 See fig. 1

表 3 生产性投加二氧化氯前后除盐系统中铁片上污垢菌膜形成情况
Table 3 Quantity of biofouling deposit and formation of biofilms on test iron coupons before and after feeding of ClO₂

药剂 Microbiocide	挂片地点 Site for test coupons	菌量 Microbial counts/g				污垢重 Quantity of biofouling deposit mg/cm ²	污垢下降率 Deposit decrease rate (%)	FeS*	菌膜** Biofilms	
		粘液芽菌 Slime-forming bacteria	铁细菌 Iron bacteria	硫酸盐还原菌 Sulfate-reducing bacteria	真菌 Fungi				10 天 Days	25 天 Days
生水 Raw water	澄清器 Clarifier	2.5×10 ⁶	1.4×10 ⁷	3.0×10 ²	5.1×10	—	0	—	—	—
	滤池 Filter	8.6×10 ⁶	1.4×10 ⁷	7.5×10 ²	4.5×10	66	0	+	—	—
	清水池 Clean water pond	6.5×10 ⁵	3.0×10 ⁶	1.6×10 ²	1.1×10 ²	46	0	+	—	—
	半除盐水箱 Primary desalting water tank	5.4×10 ⁵	1.4×10 ⁷	7.5×10	2.5×10	24.6	0	—	+	+++
Cl ₂ (5—6ppm)	除盐水箱 Secondary desalting water tank	7.4×10 ⁴	1.4×10 ⁷	1.5×10 ²	7.5×10	26.5	0	—	+	++
	滤池 Filter	1.7×10 ⁶	1.1×10 ³	7.5×10	4.0×10	24.2	36.6	—	—	—
	清水池 Clean water pond	1.5×10 ³	2.5×10	9.5×10	3.0×10	13.5	29.3	—	—	—
	半除盐水箱 Primary desalting water tank	7.0×10 ⁴	4.5×10 ³	2.5×10	2.0×10	12.9	52.4	—	—	+
ClO ₂ (1ppm)	除盐水箱 Secondary desalting water tank	3.7×10 ⁴	1.4×10 ⁴	2.5×10	3.5×10	14.0	52.8	—	—	+

* —: 不存在 No presence; +: 存在 presence
** —: 不生长 No growth; +: 轻度生长 Slight growth ++: 中等生长 Moderate growth; +++: 严重生长 Severe growth

6) 表明, 无论清水池 (D) 还是半除盐水箱 (G), 除盐水箱 (J), 加二氧化氯与加氯比, 附着菌量均降低 90% 以上。虽然其中包括相当一部分死菌体, 但菌量有规律的下降趋势证明二氧化氯抑制固体表面附着的细菌效果更好。

(三) 高剂量二氧化氯生产性投加试验

1. 药剂投量和余量的变化: 该试验以控制投量为标准, 要求滤池中投量不超过 2ppm, 半除盐水箱不超过 1ppm。图 7 表明在滤池实际投量平均为 1.8ppm, 半除盐水箱 0.9ppm, 其余量分别为 1.1 和 0.1ppm。投量同余量不成比例, 二个投加点药剂投量仅相差一倍, 而余量却有 10 倍之差。药剂的消耗量, 滤池是 0.6—0.7ppm, 半除盐水箱 0.8ppm。这与一般规律相矛盾。其原因尚待研究。

2. 试验水中的存活菌量: 图 8 的结果表明, 在生水 (A) 中初始菌量变化不大的情况下, 除一级阳床外, 从滤池到除盐水箱 (J), 水中粘液异养菌存活菌量均比加氯杀菌时下降 90—99%。铁细菌、硫酸盐还原菌, 真菌也下降 95% 以上。说明适当提

高剂量, 杀菌效果显著改善。完全重复了小试、中试得出的药剂浓度对杀菌效果影响的结论。

3. 玻片上附着的菌量: 在提高剂量时, 附着在玻片表面上的菌量除降低的幅度提到 95% 外, 其他同低剂量投加试验。

(四) 生产性投加二氧化氯前后挂片上污垢菌膜等形成情况

1. 铁片上污垢的形成: 在水系统中悬挂铁片, 既可了解到微生物附着生长, 形成污垢情况, 又可获得菌腐蚀的信息。从表 3 的结果可看到投加二氧化氯大大抑制了污垢的形成。在滤池、清水池、半除盐、除盐水箱铁片上污垢量分别为加氯杀菌时形成污垢量的 36%、29%、52% 和 52.8%。

2. 铁片、污垢中菌量及菌腐蚀情况: 污垢中菌量的结果 (表 3) 表明, 所测的四种菌都比加氯时有不同程度的下降。随着菌类型的不同, 下降几倍到数千倍。相差最悬殊的是铁细菌, 其次是硫酸盐还原菌, 紧贴铁片的污垢中有黑色产物硫化铁这种情况只在加氯时滤池及清水池中挂片上发现, 这说明加氯杀菌硫酸盐还原菌造成的厌氧腐蚀仍会出现, 而加二氧化氯时就不

表 4 投加 ClO₂ 时滤料和树脂中菌生长情况
Table 4 Microbial growth in filtering material and resin under feeding of ClO₂

药剂 Microbiocide	滤料中菌量 Microbes counts in filtering material/g					树脂中菌量 Microbes counts in resins/g				
	测定次数 Test no.	粘液异养菌 Slime-forming bacteria	铁细菌 Iron bacteria	硫酸盐还原菌 Sulfate reducing bacteria	真菌 Fungi	树脂类型 Resin type	粘液异养菌 Slime-forming bacteria	铁细菌 Iron bacteria	硫酸盐还原菌 Sulfate reducing bacteria	真菌 Fungi
Cl ₂ (5—6ppm)	1	1.3×10 ⁵	9.5×10 ²	2.5×10 ²	1.6×10 ²	二级阳 2nd cation resin	8.4×10 ⁴	1.4×10 ²	1.4×10 ³	1.5×10
	2	1.8×10 ⁶	1.1×10 ²	1.5×10 ²	2.0×10 ⁴	二级阴 2nd anion resin	2.5×10 ³	1.4×10 ⁶	0.7×10	1.5×10
	3	5.3×10 ⁶	2.5×10 ³	3.0×10 ²	2.5×10 ²	二级阳 2nd cation resin	2.5×10 ⁴	3.0×10	0.4×10	2.5
ClO ₂ (1ppm)	1	1.1×10 ³	1.5×10	4.0	0.5	二级阴 2nd anion resin	1.3×10 ⁴	0	0.4×10	2.5
	2	4.0×10 ³	1.5	5.0	0					
	3	1.4×10 ⁴	4.5×10	1.4×10	5.5					

存在。

3. 挂片上菌膜形成情况：菌膜的形成是除盐水系统造成危害的主要标志之一，在悬挂玻片和铁片表面都可观察到它的出现情况。如表 3 所示，在通常加氯杀菌时，10 天即可在半除盐和除盐水箱玻片表面形成淡红色菌膜，而加低剂量二氧化氯时，三周后才出现，在玻片上也有类似情况。可见二氧化氯在抑制或延缓菌膜形成上比氯更为有效。

（五）生产性投加二氧化氯时滤料和树脂中菌的增殖情况

菌在滤料及树脂层中增殖，直接形成污堵危害，影响运转效率。表 4 的调查结果表明，在生产性投加二氧化氯后，滤池滤料中四种菌都明显降低。其中除第一次测定中粘液异养菌量下降幅度较低外，其余测定中，四种菌都比加氯杀菌时降低 80—99%，二级阳床和二级阴床树脂中菌量变化也有类似结果，这与中试结果一致。

（六）生产性投加二氧化氯对水处理系统运行效果的影响

1. 对虹吸滤池工作效率的影响：若杀

表 5 高剂量二氧化氯投加下阴阳树脂总交换容量的变化

Table. 5 Changes in total ion-exchange capacity of anion and cation resins at high dosage feeding of ClO₂

	床号 Exchanger No.	Cl ₂ (5—6ppm)	ClO ₂ (1.8— 2ppm)	交换容量提 高率(%) I. E. C.*
阴床交换容量(克当量) Anion exchange capacity (gr. equiv.)	1A	1368	1640	19.1
	2A	1799	2297	27.9
	3A	1865	2444	31.0
	5A	1808	1822	0.8
	7A	2296	2509	9.3
	8A	1568	2104	34.2
	9A	1655	2072	22.2
	10A	1797	2175	21.0
	12A	1804	1822	1.0
	15A	2263	2628	16.1
	16A	2317	2757	19.0
	17A	1722	1872	8.7
	18A	2357	2382	10.6
阳床交换容量(克当量) Cation exchange capacity (gr. equiv.)	3H	6759	8160	20.7
	5H	4760	4987	4.7
	6H	4057	5311	30.9
	7H	4777	4874	2.0
	9H	6176	6576	6.5
	10H	4948	4751	-4.0
	12H	3900	4570	17.6
	15H	10795	11630	7.7
	17H	7131	8650	21.3

* Increase rate of ion exchange capacity

菌处理效果不好，滤池滤料层中附着的微生物将很快繁殖，形成粘液团或菌膜，污堵滤池，严重影响滤水效率。为保证滤池滤水能力，要进行频繁的反冲洗，故反冲洗次数是衡量滤池微生物污堵危害程度的标志之一。投加低剂量二氧化氯的结果(图 9)可看到随着药剂投加时间的延长，反冲洗次数逐渐下降。到第三个月，月总下降次数比加氯杀菌时下降 35%，在高剂量投加下(图 10)反冲洗次数下降比低剂量时快，平均下降 49% 左右。

2. 对阳床和阴床离子交换容量的影响：微生物在离子交换床中生长繁殖，结

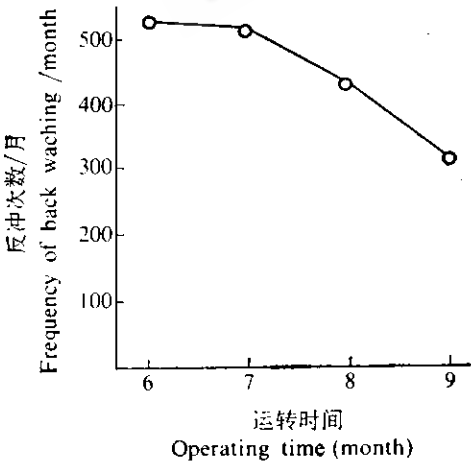


图 9 低剂量投加 ClO₂ 下虹吸滤池反冲次数的变化
Fig. 9 Changes in frequency of back washing of iphon filter at low dosage (1ppm) feeding of ClO₂

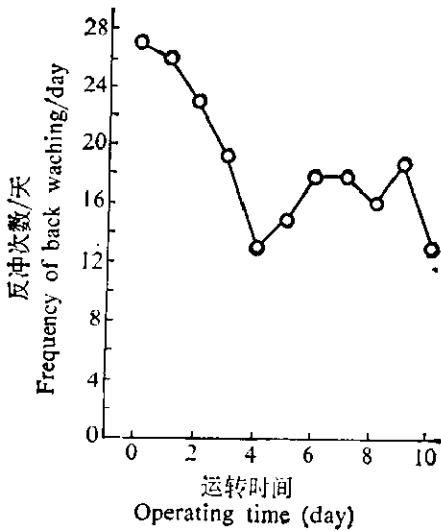


图 10 高剂量 ClO_2 (2ppm) 投加下虹吸滤池反冲次数的变化

Fig. 10 Changes in frequency of back washing of siphon filter at high dosage (2ppm) feeding of ClO_2

果使菌体及其代谢产物,富有多糖的菌膜吸附于树脂表面,直接影响树脂交换容量。图 11 表示 9 个阳离子交换床和 13 个阴离子交换床平均总交换容量提高的百分率,从 7 月开始投加低剂量二氧化氯,阳床总交换容量比加氯杀菌时提高 8% 以上。阴

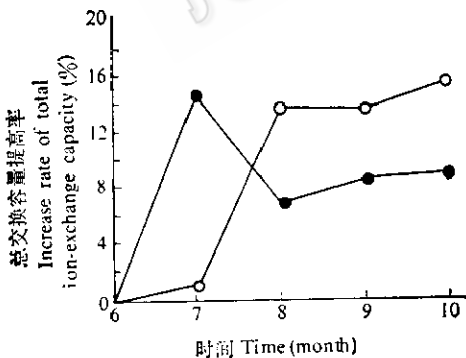


图 11 低剂量投加 ClO_2 下阴阳树脂总交换容量随时间提高百分率

Fig. 11 Increase rate of ion-exchange capacity of anion and cation resins with operating time at low dosage feeding of ClO_2

○—○ Capacity of anion exchange resin
●—● Capacity of cation exchange resin

床除第一个月提高不明显外,随后都稳定提高到 14% 左右。高剂量投加的效果(表 5)略高于低剂量。阳床和阴床分别提高 11.8% 和 17.0%。

讨 论

二氧化氯在水处理中,除具有去嗅去味能力外,由于其杀菌作用不受 pH 和氯的影响,不形成致癌性有机氯毒物,近几年来其应用已从饮水消毒^[3,5-7]扩大到工业循环冷却水^[8-9]及废水处理^[10-11]。但用于控制热电厂除盐系统微生物污堵危害还未见报道。我们所得的结果表明,无论从杀灭水系统中污堵危害菌还是改善水处理系统中运转效果上采用二氧化氯都明显地优于氯,生产性试验得到与中试一致的结果。

在中试中发现投二氧化氯和氯的滤料及树脂层中虽杀菌率仅相差 10% 左右,但在污堵程度上可相差 60—80%,同样在悬挂玻片的附着菌量上,投二氧化氯和氯之间下降幅度之差也远大于二者在水中含菌量的差别,这可能与二氧化氯能抑制微生物粘液形成,从而限制菌附着于固体表面有关。因此,控制菌粘液或菌膜污堵危害,采用二氧化氯将比氯有更大的优越性。

应用二氧化氯杀菌投药的控制指标报道不一,有的采用药剂余量^[6,12,13],有的采用投量^[8,9,11,14,15]。我们认为以药剂余量为指标,除因分析方法不统一外,还由于药剂与水中还原性物质发生反应,产生失活余量^[4,10,14]。所以只要对水系统中的菌类、水质作详细调查,现场试验得到有效杀菌浓度数据基础上,以投量为控制指标是可取的。

鉴于二氧化氯具有高效、高速杀菌能力,受环境因子限制少,无卫生学及环境污染问题,并具去臭味,抑制生物粘液形成等

功能, 因此它是生活饮用水及工业用水处理中很有吸引力的杀菌剂。

参 考 文 献

- [1] 吕人豪等: 微生物学报, 24 (2): 171—180, 1984。
- [2] Hoehn, R. C. JAWWA, 68(6): 302—308, 1976.
- [3] Cronier, S. S. et al.: 77th Annual Meeting of the American Society microbiology, May, 8—13, 1977.
- [4] 吕人豪等: 微生物学报, 24(3): 243—249 1984。
- [5] Granstron, M. L. et al.: JAWWA, 50 (11): 1453—1466, 1958.
- [6] Augenstein, H. W. JAWWA, 66(12): 716—717, 1974.
- [7] Sussman, S. et al.: Water and Sewage Works Reference 79 R 120—121, 1979.
- [8] Ward, W. J. Proceedings 36th International Water Conference R 201—210, 1975.
- [9] Sussman, S. et al.: Corrosion. 77(3): 24—28, 1977.
- [10] Kawata, K. et al.: Water and Sewage Works Reference R 107—117, 1979.
- [11] Langley, K. E. et al.: JWPCF, 50(8): 2098—2105 1980.
- [12] Ridenour, G. M. et al.: JAWWA, 39(5): 561—567, 1947. A
- [13] Ridenour, G. M. et al.: JAWWA, 41(6): 537—562, 1949.
- [14] Benarde, M. A. et al.: Appl. Microbiol, 13 (5): 776—780, 1965.
- [15] Tiffit, E. C. et al.: JWPC, 49(7): 1652—1658, 1977.

EFFICIENCY IN CONTROL OF THE MICROBIAL FOULING IN DESALTING WATER SYSTEMS BY CHLORINE DIOXIDE IN BEIJING HEAT AND POWER STATION

Lu Renhao Liu Qi Bai Sue Xiao Changsong Zhang Yinghua

(*Institute of Microbiology, Academia Sinica, Beijing*)

Chen Huichang Wang Furong

(*Beijing Heat and Power Station, Beijing*)

In order to control the microbial harms in desalting water systems in Beijing Heat and Power Station, the microbiocidal experiments of chlorine dioxide on pilot and industrial scale has been made. The microbiocidal efficiency of chlorine dioxide (ClO_2) was simultaneously compared with chlorine (Cl_2). The result from pilot experiment with a dosage of 2 ppm ClO_2 and Cl_2 indicated that the operating cycle of filter column was 205% and 122% respectively in comparison with control. The microbiocidal efficiency is 95—100% by ClO_2 and 85—91% by Cl_2 . In industrial scale experiments feeding with low dosage of ClO_2 (1 ppm), the microbiocidal efficiency is 90% higher than that feeding with 5—6 ppm dosage of Cl_2 . In experiments feeding not more than 2 ppm high dosage of ClO_2 decrease the survivals 90—99% as compare with 5—6 ppm Cl_2 . At low as well as high dosage feeding of ClO_2 the bacteria counts adhered to glass slide

and to filtering material and resin decrease 90—95% and 80—99% respectively. The quantity of biofouling deposit formed on hanged iron test coupons decrease 48—70%. The forming cycle of microbial films is retarded over one times. The frequency of back washing of siphon filter decrease 35—49%. The exchange capacity of anion and cation exchange resin raise 14—17% and 8—11.8% respectively.

It has been proved that not only the microbiocidal efficiency but also the inhibiting effects of biofouling plugging by ClO_2 are obviously better than that by Cl_2 . It is able to achieve effective control and retard for microbial biofouling in Beijing Heat and Power Station, when a feeding dosage of 1—2 ppm ClO_2 is used.

Key words

Chlorine dioxide; Biofouling control