

高锰酸钾复合药剂(CP)的强化混凝效果

许国仁, 李圭白

(哈尔滨工业大学市政环境工程学院, 黑龙江哈尔滨 150090)

摘 要: 通过生产性试验考察了高锰酸钾复合药剂预处理工艺在低温、低浊、高有机物含量地表水处理中的强化混凝效能, 同时考察了强化混凝对水中一些检测指标的影响。试验表明, 高锰酸钾复合药剂在强化混凝、减少氯仿生成量、降低有机物含量等方面, 都具有比预氯化更好的效果。

关键词: 有机污染物; 高锰酸钾复合药剂; 强化混凝; 给水处理

水中有机物的增加, 彻底改变了源水体系的各项平衡, 使胶体的稳定性朝着增加的方向发展, 不利于水的混凝和浊度的去除。水处理所面临的问题已不仅仅是浊度和细菌的去除, 还包括有机污染物的去除以及由有机污染物所引起的色度、臭味、藻类、氯仿前质、致突变等物质的去除。

1 试验方案与过程

生产性试验是在 D 市一地面水厂进行, 该厂以附近的地面水库为水源(水库水来自嫩江), 近年来由于居民生活污水和工业废水的排入, 源水受到严重的污染。其中一月份的水质全分析报告中的 CODCr 值高达 39.5 mg/L, 而水中的浊度仅为几十 NTU。这种高有机物含量的地表水在低温低浊时期是一种比较难以处理的水体。

试验选择在水质最难处理的低温、低浊、高污染时期(共 2 年), 其时的水温、pH 值、浊度相对稳定, 便于进行对比, 试验期间水质条件见表 1。

表 1 试验水质				
试验时间	水温(℃)	浊度(NTU)	pH	CODCr(mg/L)
2 月—3 月	2	35	8.7	28.0
4 月	6~7	42~44	8.8	10.9
10 月末—11 月	6~6.5	72~79	8.7	52.0
12 月—次年 1 月	0	40	8.8	39.5

图 1 为该厂的工艺流程图, 设计水量为 10×104 t/d, 两套平行水处理系统的工艺和设计参数相同。

试验选择其中的一套处理系统进行, 即 I 套预投氯, II 套预投高锰酸钾或高锰酸钾复合药剂(CP), 以便对比三种预处理工艺的处理效果。各处理工艺的药剂投加量见表 2。

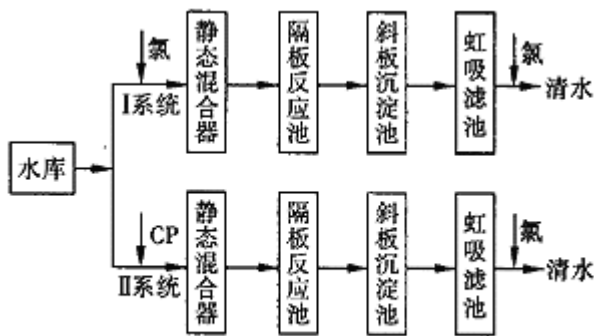


图 1 生产性试验的工艺流程

表 2 各种处理工艺的药剂投加量

mg/L						
试验时间	预氯化处理		高锰酸钾预处理		CP 预处理	
	PAC	Cl ₂	PAC	KMnO ₄	PAC	CP
4 月	152	7.8	65	1.9	65	4.1
10 月—11 月	142	10.5	92.4	1.53	92.4	3.33
12 月—次年 1 月	102	14.1	85	2.0	82	3.76

对水中化学指标的检测都进行平行样分析(取平均值),其中氯仿、四氯化碳的化学指标进行了三个平行样的检测。氯仿、四氯化碳的检测采用气相色谱仪液上空间法。

2 试验结果与分析

2.1 对 CODCr 的去除效果

由表 1 可以看出,源水的 CODCr 值在一年中变化很大。几种预处理工艺对水中 CODCr 的去除率存在着差别,在 4 月、10 月、12 月—次年 1 月中,预氯化对 CODCr 的去除率分别为 1.8%、9.5%、46.1%,平均为 19.1%;高锰酸钾预处理对 CODCr 的去除率分别为 14.7%、7.2%、43.3%,平均为 21.7%;CP 预处理对 CODCr 的去除率分别为 20.2%、30.5%、49.9%,平均为 33.5%。从中发现高锰酸钾预处理和预氯化工艺对 CODCr 的去除率基本接近,但 CP 预处理对 CODCr 的去除效果在三种强化混凝工艺中是最优的,分别比预氯化、高锰酸钾预处理对 CODCr 的去除率高出 14.4%和 11.8%。

2.2 对 NH₃-N 的去除效果

三种预处理工艺对水中 NH₃-N 的去除率差别较大,在 4 月、10 月、12 月—次年 1 月中,预氯化对 NH₃-N 去除率分别为 68.4%、75.2%、73.9%,平均为 72.5%;高锰酸钾预处理对 NH₃-N 的去除率分别为 47.5%、49.6%、48.9%,平均为 48.7%;CP 预处理对 NH₃-N 的去除率分别为 66.1%、73.4%、71.5%,平均为 70.3%。从中发现,CP 预处理和预氯化工艺对 NH₃-N 的去除率基本接近,而高锰酸钾对 NH₃-N 的去除效果最差。

2.3 对 NO₂-N 的去除效果

源水的 NO₂-N 值在一年中变化很大,其中 4 月和 10 月的 NO₂-N 值较低,12 月—次年 1 月的 NO₂-N 值较高,但三种强化混凝工艺都能将 NO₂-N 值降低到 0.004 mg/L,说明预氯化、高锰酸钾预处理、CP 预处理工艺对 NO₂-N 的氧化去除效果都很好。

2.4 对总 Mn 值的影响

源水的总 Mn 值在一年中变化较大,但三种预处理工艺对水中总 Mn 的去除率差别不大。在 4 月、10 月、12 月—次年 1 月中,预氯化对总 Mn 的去除率分别为 62.4%、84.7%、39.2%,平均为 62.1%;高锰酸钾预处理对总 Mn 的去除率分别为 62.4%、83.5%、39.2%,平均为 61.7%;CP 预处理对总 Mn 的去除率分别为 62.7%、84.7%、52.0%,平均为 66.5%。高锰酸钾预处理、CP 预处理工艺对总 Mn 都有良好的去除效果表明,高锰酸钾的加入不仅未使水中的总 Mn 增加,反而对总 Mn 去除具有促进作用。比较而言,CP 预处理对总 Mn 的去除率分别比预氯化、高锰酸钾预处理提高 4.4%和 4.8%。

2.5 对氯仿值的影响

在 4 月、10 月、12 月—次年 1 月的源水中,氯仿值未检出。经过预氯化作用,沉后水的氯仿值分别达到 32.7、46.2、44.0 μg/L,平均值为 41.0 μg/L;经过单独聚合氯化铝(PAC)的混凝作用,沉后水中未检出氯仿;CP 预处理的沉后水中也未检出氯仿。它反映了 CP 预处理工艺除在强化混凝除浊方面比预氯化具有优势外,在沉后水中无氯仿检出方面也具有预氯化所不能比拟的优势(本文所指的未检出氯仿是指氯仿的检测值在仪器的检测限以下)。

再看三种预处理工艺对沉后水氯仿生成势值的影响。源水的氯仿生成势值在一年中变化较大,平均为



195.7 $\mu\text{g/L}$ 。在4月、10月、12月—次年1月中,预氯化沉后水的氯仿生成势分别为273.0、295.0、205.0 $\mu\text{g/L}$,平均为257.7 $\mu\text{g/L}$;高锰酸钾预处理的氯仿生成势分别为292.3、207.5、169.2 $\mu\text{g/L}$,平均为223.0 $\mu\text{g/L}$;CP预处理的氯仿生成势分别为230.0、168.0、158.5 $\mu\text{g/L}$,平均为185.5 $\mu\text{g/L}$ 。因此三种预处理工艺对水中氯仿生成势都具有不同程度的影响,其中预氯化使水中的氯仿生成势增加最多,比源水平均高出31.7%;高锰酸钾预处理使水中的氯仿生成势有所增加,比源水平均高出13.9%;CP预处理使水中的氯仿生成势有所降低,比源水平均降低5.2%。以上结果说明,CP预处理工艺在减少氯仿前质方面具有一定的效果。

2.6 对四氯化碳生成势的影响

源水的四氯化碳生成势在一年中变化较大,平均为10.5 $\mu\text{g/L}$ 。在4月、10月、12月—次年1月中,预氯化的四氯化碳生成势分别为4.2、18.7、11.4 $\mu\text{g/L}$,平均为11.4 $\mu\text{g/L}$;高锰酸钾预处理的四氯化碳生成势分别为3.6、16.1、9.4 $\mu\text{g/L}$,平均为9.7 $\mu\text{g/L}$;CP预处理的四氯化碳生成势分别为2.9、13.3、9.1 $\mu\text{g/L}$,平均为8.4 $\mu\text{g/L}$ 。

三种预处理工艺对水中四氯化碳生成势都具有不同程度的影响,其中预氯化使水中的四氯化碳生成势增加最多,比源水四氯化碳生成势平均高8.6%;高锰酸钾预处理使水中的四氯化碳生成势有所降低,比源水四氯化碳生成势平均降低7.6%;CP预处理使水中的四氯化碳生成势有一定程度的降低,比源水四氯化碳生成势平均降低20.0%。这说明CP预处理工艺在减少和降低四氯化碳前质方面具有较好的效果。

2.7 对细菌的去除效果

源水的细菌总数在一年中变化较大,平均值为1488个/mL。在4月、10月、12月—次年1月中,预氯化对水中细菌总数的去除率分别为100%、97.5%、99.6%,平均为99.0%;高锰酸钾预处理对水中细菌总数的去除率分别为45.3%、8.3%、7.1%,平均为20.2%;CP预处理对水中细菌总数的去除率分别为99.1%、97.5%、99.6%,平均为98.7%。预氯化、CP预处理工艺对水中细菌总数都有十分良好的去除效果,其沉后出水的细菌总数指标就已达出厂水的要求,同时也反映出CP在投量比氯低很多的情况下,灭菌的效果十分显著。

源水的大肠菌群数值在一年中变化较大,平均值为3200个/mL。在4月、10月、12月—次年1月中,预氯化对水中的大肠菌群去除率分别为100%、100%、100%,平均为100%;高锰酸钾预处理对水中的大肠菌群去除率分别为24.6%、13.6%、19.7%,平均为19.3%;CP预处理对水中的大肠菌群数去除率分别为100%、100%、100%,平均为100%。相比之下,预氯化、CP预处理工艺对水中大肠菌群都有十分优异的去除效果,沉后出水的大肠菌群数指标就已达出厂水的要求,同时也反映出CP在投量比氯低很多的情况下,灭菌的效能十分优异。

3 结语

通过对嫩江水库水不同时段、不同污染程度的水体进行生产性试验的结果可以清楚看到,对于低温、低浊、高污染的水体,高锰酸钾复合药剂(CP)预处理除具有强化混凝除浊效能外,还对水中的一些检测指标具有显著的影响。它在去除CODCr、NH₃-N、NO₂-N,降低氯仿生成量、氯仿和四氯化碳前质和总Mn,灭除水中细菌和大肠菌群等方面具有预氯化、高锰酸钾预处理工艺、单纯投加混凝剂工艺所不能达到的优异性能。

参考文献:

- [1] 许国仁,等.高锰酸钾复合药剂助凝生产性试验[J].给水排水,1995,21(9): 7-9.
- [2] 许国仁,李圭白,等.高锰酸钾复合药剂对水中藻类和嗅味去除效果的研究[J].给水排水,1998,24(12): 7-9.
- [3] 许国仁,李圭白,等.高锰酸钾复合药剂预处理工艺对饮用水中色度浊度强化去除效能的生产性试验研究[J].给水排水,1999,25(6): 13-15.
- [4] Dennett,K T,et al.Coagulation:Its Effect on Organic Matter [J].JAWWA,1996,88(4): 129.



[5] Krasner,S W, Amy G.Jar Test Evaluations of Enhanced Coagulation [J] .J AWWA,1996, 88(10): 93.

<http://www.chinacitywater.org>
中国城镇水网