

# 高锰酸钾复合药剂强化过滤效能研究

许国仁 李圭白 陈洪涛 刘金钟 史永茂 史 英 王秀丽

**提要** 在对高锰酸钾复合药剂预处理工艺强化过滤去除微污染水中色度、浊度和有机物效果的生产性试验研究中发现:高锰酸钾复合药剂预处理工艺对水中色度、浊度和有机物的去除效果理想,强化过滤去除效果要优于预氯化和聚合硫酸铁混凝工艺的去除效果。

**关键词** 高锰酸钾复合药剂(CP) 强化过滤 有机物 色度 浊度

高锰酸钾复合药剂(CP)由高锰酸钾(主剂)和其它多种药剂(辅剂)组成。其主要机理是高锰酸钾主剂和辅剂在预处理中具有协同作用。前期的研究表明,CP预处理强化过滤在去除水中藻类、臭味、浊度<sup>[1]</sup>以及去除水中微量有机污染物等方面<sup>[2]</sup>具有良好的表现。本文主要考察CP预处理强化过滤在去除浊度、色度等方面的效能。

## 1 试验方案

试验所在G水厂位于黄河最下游入海口附近,原水取用水库水,目前水库中蓄积的作为饮用水源的黄河水贮存周期越来越长,污染问题日渐突出,随着有机污染物、氨氮、色度、藻类、臭味等污染指标的增高,水厂出水的浊度居高不下。图1为该水库历年色度的变化曲线。

G水厂处理工艺为常规处理工艺,前处理工艺为预氯化,混凝剂为聚合硫酸铁(液体,浓度:30%,文中数值以液体重量计)。由于水中有机污染物的增多,导致混凝效果恶化,影响过滤效果,出水的浊度、色度未能有效地去除。水厂分别采用预氯化、粉

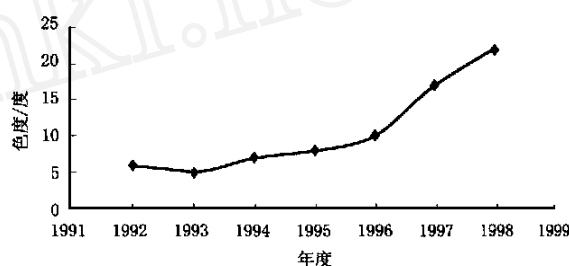


图1 黄河下游水库水历年色度变化曲线

末活性炭吸附或将聚合硫酸铁和聚合氯化铝混合投加等处理技术强化去除水中的浊度、色度,但没能取得满意的效果。

本生产性试验以现有水厂的处理工艺为基础,在实际工程中投加CP,检测水经过CP处理后的浊度、色度和其它一些化学指标,并和投加聚合硫酸铁、预氯化工艺相对比,判断出CP预处理工艺在实际生产中强化过滤去除浊度和色度的适应性和使用效果。

## 2 试验结果与分析

G水厂试验时间为1998年12月下旬,原水温

成了颗粒污泥,其进水COD容积负荷为 $4.3\text{kgCOD}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$ ,COD去除率为66%左右。

## 参考文献

- 1 Lettinga g, et al. Anaerobia treatment of sewage and low strength wastewater. Proc Anaerobic Digestion. Elsevier Biomedical Press, Amsterdam, 1981
- 2 Kato M T. The anaerobic treatment of low strength soluble wastewater. Wageningen Agricultural University
- 3 Nunez L A, et al. Anaerobic treatment of slaughterhouse wastewater in an expanded granular sludge bed (EGSB) reactor. Wat Sci Tech, 1999, 40(8): 99 ~ 106

- 4 Zoutberg G R and Frankin R. Anaerobic treatment of chemical and brewery wastewater with a new type of anaerobic reactor: the Biobed EGSB reactor. Wat Sci Tech, 1996, 34(5 ~ 6): 375 ~ 381
- 5 国家环境保护局. 水与废水检测分析方法(第三版). 北京:中国环境科学出版社, 1997. 233 ~ 237
- 6 吴唯民. 厌氧升流式污泥床(UASB)反应器内颗粒污泥的形成及其特性研究. 北京:清华大学环境工程系, 1984

作者通讯处:100084 北京清华大学环境科学与工程系  
电话:(010)62772455(O)  
E-mail: zuoje @263.net  
收稿日期:2000-10-8

度为 3~3.5 ,浊度为 10.8~20NTU ,色度为 18 度,COD 为 6.1mg/L ,属于低温低浊微污染难处理水体。图 2 为 1~5 月该水厂原水和出厂水的色度比较,反映出色度去除困难。图 3 为水厂的工艺流程图。试验中一套流程投加高锰酸钾复合药剂和聚合硫酸铁,另外一套流程预投氯和聚合硫酸铁,对比两种工艺对浊度和色度的去除效果。

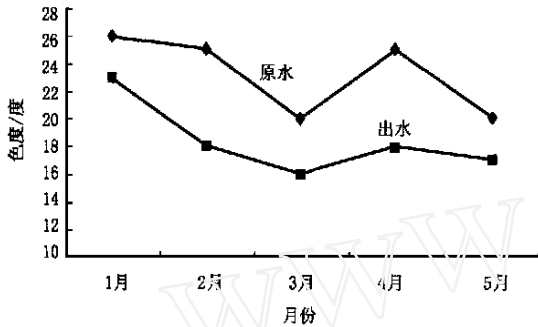


图 2 水厂原水和出水色度曲线

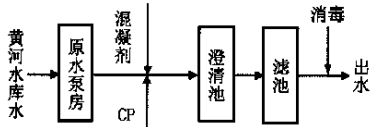


图 3 水厂工艺流程

由于原水的浊度低,在澄清池中不能形成泥渣悬浮层,因此本次试验中澄清池的作用失效,而在投加混凝剂、氯、CP 后,直接进行过滤,这反而对检验强化过滤效能试验是一次难得的机会。

图 4,图 5 为 CP 去除浊度、色度的生产性试验结果。

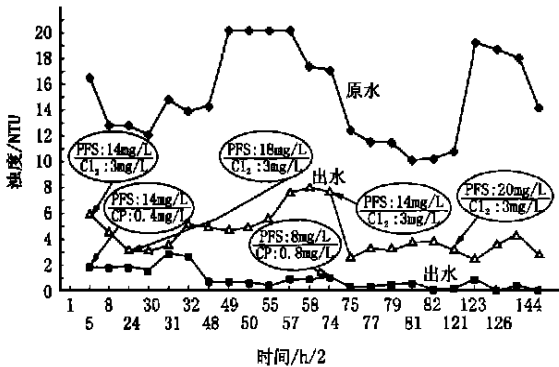


图 4 CP 预处理、预氯化 and 聚合硫酸铁混凝滤后水浊度

从图 4 中可以看出 CP 预处理 (CP:0.4mg/L , PFS:14mg/L) 对水中浊度去除为:滤池出水 0.3~

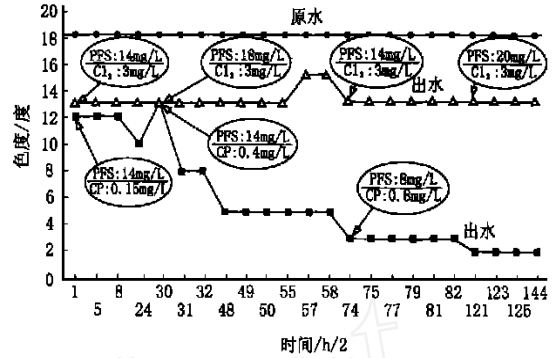


图 5 CP 预处理、预氯化 and 聚合硫酸铁混凝滤后水色度

2.9NTU ,平均为 1.2NTU ,原水平均浊度 15.1NTU ,去除率为 92 %。预氯化 and 聚合硫酸铁混凝 ( $Cl_2$ :3mg/L ,PFS:14~18mg/L) 对水中浊度去除为:滤池出水平均浊度 5.0NTU ,去除率为 67 % ,在此 CP 预处理工艺较预氯化 and 聚合硫酸铁混凝滤后水浊度降低 76 %。

当 CP 预处理工艺中降低聚合硫酸铁和提高高锰酸钾复合药剂 (CP:0.8mg/L ,PFS:8mg/L) 的投量时发现浊度去除效果更好:滤池出水 0.1~1.0NTU ,平均为 0.4NTU ,去除率 97 %。预氯化 and 聚合硫酸铁混凝 ( $Cl_2$ :3mg/L ,PFS:20mg/L) 对水中浊度去除为:滤池出水浊度 2.5~4.5NTU ,平均出水浊度 3.3NTU ,去除率 78 %。在此 CP 预处理工艺较预氯化 and 聚合硫酸铁混凝滤后水浊度降低 88 %的同时,混凝剂聚合硫酸铁 (PFS) 节约 42.9 %~60 %。

从图 5 中可以看出,CP 预处理 (PFS:14mg/L , CP:0.4mg/L) 对水中色度去除:滤池出水色度为 5 度,去除率 72 %。预氯化 and 聚合硫酸铁混凝 ( $Cl_2$ :3mg/L ,PFS:14~18mg/L) 对水中色度去除:滤池出水色度为 13 度,去除率 28 %。在此 CP 预处理较预氯化 and 聚合硫酸铁混凝滤后水的色度去除率提高 44 %。

CP 预处理工艺中降低聚合硫酸铁和提高 CP (PFS:8mg/L ,CP:0.8mg/L) 的投量时发现,对水中色度去除:滤池出水色度为 2~3 度,平均出水色度为 2.5 度,去除率 83 %~89 %。预氯化 and 聚合硫酸铁混凝 ( $Cl_2$ :3mg/L ,PFS:20mg/L) 对水中色度去除:滤池出水色度为 13 度,去除率 28 %。在此 CP 预处理较预氯化 and 聚合硫酸铁混凝滤后水色度去除

率高出 55 % ~ 61 %。

试验的另外一个发现是 CP 强化过滤对原水浊度负荷变化冲击的承受能力比较强。从图 4 中可以发现原水的浊度变化较大,浊度从 10NTU 到 20NTU,原水浊度的变化经历了两个周期。第一个周期中原水浊度从 12NTU 上升到 20NTU,上升了 67 %,预氯化 and 聚合硫酸铁混凝工艺中聚合硫酸铁的投加量从 14mg/L 提高到 18mg/L,增加幅度为 29 %,但滤后出水浊度最高值接近 8NTU,较滤后平均出水 5NTU 相比,绝对误差接近 3NTU,反映出预氯化 and 聚合硫酸铁混凝工艺在微污染存在的条件下对原水浊度变化冲击的承受能力较弱;相应的 CP (PFS:14mg/L,CP:0.4mg/L) 强化过滤在整个浊度变化周期中,尤其是在原水浊度升高的时间段内,滤后出水浊度一直稳定在 0.5 ~ 1.0NTU 之间,平均值为 0.75NTU,绝对误差在 0.25NTU,这一期间混凝剂的投加量一直未改变,显示出 CP 强化过滤在污染存在的条件下对原水浊度变化冲击的承受能力良好。同样第二个原水浊度变化周期的情况也证明了 CP 抗原水浊度变化的冲击的能力良好。

图 6 为 CP 预处理强化过滤对水中有机物的去除效果,从图 6 中可以看出,原水  $UV_{254}$  吸光度值为  $0.117\text{cm}^{-1}$ 。CP 预处理工艺 (PFS: 8mg/L, CP: 0.8mg/L) 滤后水中  $UV_{254}$  吸光度值为滤池出水  $0.066\text{cm}^{-1}$ ,降低 44 %。预氯化 and 聚合硫酸铁混凝

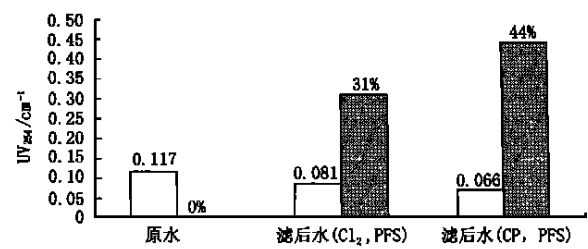


图 6 CP 预处理强化过滤  $UV_{254}$  检测结果

工艺 ( $\text{Cl}_2$ : 3.0mg/L, PFS: 20mg/L) 滤后水中  $UV_{254}$  吸光度值为滤池出水  $0.081\text{cm}^{-1}$ ,降低 31 %。在此高锰酸钾复合药剂预处理工艺较预氯化 and 聚合硫酸铁混凝工艺滤后水  $UV_{254}$  吸光度值降低 19 %。

3 结论

从上述试验结果可以看出,高锰酸钾复合药剂在低温低浊微污染水体中强化混凝、强化过滤去除水中的色度、浊度、微量有机物和抗原水浊度变化对滤池的冲击方面的表现良好。试验以生产试验为依据,因而更加具有实际意义。

参考文献

1 许国仁,李圭白,等. 高锰酸钾复合药剂预处理对水中藻类和嗅味去除效果的研究. 给水排水,1998,24(12): 13 ~ 15  
2 许国仁,李圭白. 高锰酸钾复合药剂对水中微量有机污染物去除效能的研究. 给水排水,1999,25(7): 14 ~ 16

作者通讯处:150090 哈尔滨工业大学市政环境工程学院  
电话: (0451) 6282559 (H)  
修回日期: 2000-11-28

建设工程项目设计简介

项目名称	建设地点	建筑面积/ m <sup>2</sup>	层数	开发商
呼和浩特学府园小区	内蒙呼和浩特	15 000	多层、高层	呼和浩特市任和房地产开发有限公司
安贞雅园 4#、6# 楼	朝阳区安贞里	49 000	高层	北京城韵房地产开发公司
西安湖滨花园	西安雁塔区	60 000	多层	西安湖滨花园旅游开发有限公司
东营商贸园	山东东营市	50 000	多层	东营商贸园有限责任公司
怀柔北房镇中学教学综合楼	怀柔北房镇	3 000	多层	怀柔北房镇政府
北京大兴金惠园小区	大兴县	144 800	多层、小高层	北京房信房地产开发公司
廊坊能茂科技有限公司行政办公楼及生产车间	河北廊坊	18 600	两层、高层	廊坊能茂科技有限公司
西苑小区	安徽省阜阳市	350 000	多层、高层	安徽省阜阳市房地产管理局
景苑小区	北京上地	200 000	多层、高层	北京西城区房地产开发公司
北京市昌平区城北社区服务中心	昌平城北	8 500	多层	昌平区城北街道办事处
北京市第十九中学	北京海淀区	42 700	多层	北京市第十九中学

(李 虹)

## ABSTRACTS

**New Approaches to Treat Polluted Raw Water with High Turbidity** ..... Dai Zhihe (2)

**Abstract :** Enhanced conventional water purification processes, by which the restricts to adopt the advanced processes are overcome to treat polluted high-turbidity raw water, shall be new ways economical and practical beyond the actual challenges of widespread pollution of surface water sources and elevated public desires to drinking water quality in this country.

**The Physico-Chemical Phosphorus Removing Processes** ..... Yang Shousheng (8)

**Abstract :** The applications of physico-chemical processes to remove phosphorus in urban wastewater are presented. Three schemes of different mixing and flocculating reactors are compared and it is confirmed that baffle reaction tank is best for flocculation to remove phosphorus in wastewater treatment plant.

**GAC Based Advanced Treatment of Drinking Water** ..... Liu Yixuan et al (12)

**Abstract :** The mechanism, development and application of advanced water purification processes by means of granular activated carbon (GAC) worldwide are presented, also the necessary of GAC based advanced treatment of drinking water is described. In this paper, the parameters and requirement for GAC adsorbing tank design are given and the design criteria of GAC adsorbing unit in Chengzi Waterworks in Beijing are specified eventually.

**Operation of Aeration Tank for Biological Denitrification** ..... Yang Ying et al (18)

**Abstract :** The operation of Hattingen WTP in Germany is presented focusing on five-unit operation modes of aeration tanks for biological denitrification. The operating mode adaptations corresponding to the composition and flow rate of the raw wastewater and seasonal discrepancies of this WTP are discussed.

**On Startability of EGSB Reactor** ..... Zuo Jian 'e et al (26)

**Abstract :** Two bench-scale expanded granular sludge bed (EGSB) reactors inoculated of flocculants (R1) and granules (R2) of anaerobic sludge were conducted to research their startability of wastewater treatment processes. The results of the experiment show that the startup of reactor R1 spent in 78 days totally because much sludge lost as a result of effluent recycling and so it had to operate as UASB reactor first to make up sludge granules and then operated as EGSB; the reactor R2 with suitable recycling rate was favorable to bacteria growth and operated normally, after short time without recycling for sludge assimilation, the EGSB started up successful only in 32 days.

**Pilot Plant Research on Composite Potassium Permanganate Enhanced Filtration** ..... Xu Guoren et al (30)

**Abstract :** The research on color and turbidity removal by composite potassium permanganate (CP) pretreatment process compared with pre-chlorination process and filtration process has been done by full-scale experiments. The result showed that color, turbidity and organic compounds could be greatly removed by CP pretreatment process than that of pre-chlorination and poly ferric sulfate process.

**Study on Establishment and Application of Mathematical Simulation Model of Drinking Water Secondary Pollution in Storage and Transportation** ..... Zhao Yuhua et al (33)

**Abstract :** A concept of potential maximum generative capacity ( $C_{\max}$ ) of pollutants in water was proposed in construction of a dynamic mathematical model simulating the secondary pollution of drinking water in storage and transportation and  $\text{COD}_{\text{Mn}}$  was elected as indicator to estimate the secondary pollution of drinking water and to control the water quality. The parameters of the model have been approved by experimental research. The maximum retention time ( $T_{\text{lim}}$ ) in water reservoir (or tank) decided by the model might be helpful to avoid the secondary pollution in water reservoir design.

**Pilot Study on BIOFOR for Domestic Wastewater Treatment** ..... Qi Bingqiang et al (42)

**Abstract :** This study used BIOFOR (Biological Filtration Oxygenated Reactor) to treat domestic wastewater in condition of high filtration velocity, high organic load and short hydraulic retention time. The quality of effluent was good and the main pollutants (COD, BOD, SS,  $\text{NH}_3 - \text{N}$ ) met the national wastewater discharge standards or water reuse standards. Meanwhile the effect of hydraulic and organic loading on effluent was studied and the main pollutants removal orders were analyzed.