

高锰酸盐复合药剂强化混凝处理 高有机物含量的地表水

陈忠林¹, 牛晚扬², 马军¹, 王东田¹, 李圭白¹, 焦明书³

(1. 哈尔滨工业大学市政环境工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150090; 2. 沈阳建筑工程学院, 辽宁 沈阳 110015; 3. 中国石油大港油田公司油气勘探开发技术研究中心, 天津 300280)

[摘要] 用高锰酸盐复合药剂强化混凝处理, 对受高浓度有机物废水污染的地表水进行了试验研究。结果表明, 仅用硫酸亚铁氯化法混凝处理时, 原水 COD_{Mn} 浓度增加使混凝效果变差, 混凝曲线的最佳投药量范围变窄, 处理后水质难以达到要求。高锰酸盐复合药剂有显著强化混凝效能, 其强化混凝效果与投加方式有关, 高锰酸盐复合药剂在硫酸亚铁混凝剂之后投加的混凝效果最好。投加高锰酸盐复合药剂强化处理使混凝曲线向下移动且向两极张开, 拓宽了最佳混凝剂投量范围, 提高了系统的抗干扰性或抗冲击性; 高锰酸盐复合药剂最佳投量与原水 COD_{Mn} 之间符合双矩形双曲线方程 $y = 4.854x / (25.527 + x)$ 。

[关键词] 受污染地表水; 给水处理; 强化混凝; 高锰酸盐; 复合药剂

[中图分类号] TU991.2 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1005 - 829X(2001)05 - 0015 - 02

Enhanced coagulation of polluted surface water with high organic contents by permanganate composite chemicals

CHEN Zhong-lin¹, NIU Wan-yang², MA Jun¹, WANG Dong-tian¹, LI Gui-bai¹, JIAO Ming-shu³

(1. School of Municipal and Environ. Eng., Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China; 2. Shenyang Architectural and Civil Engineering Institute, Shenyang 110015, China; 3. Oil Gas Exploration Development Technology Research Center Dagang Oilfield Company CNPC, Tianjin 300280, China)

Abstract: The effectiveness of enhanced coagulation of polluted surface water with high organic contents by permanganate composite chemicals has been studied through laboratory jar test. It shows that permanganate composite chemicals oxidation greatly enhances the coagulation of the water, resulting in obvious reduction of residual turbidity of settled water. The oxidation of permanganate composite chemicals widens the optimal dosage range of coagulant and improved the stability of treated water quality. The relationship between the optimal dosage of permanganate composite chemicals and the COD_{Mn} of raw water is a double rectangular hyperbola $y = 4.854x / (25.527 + x)$.

Key words: polluted surface water; water supply treatment; enhanced coagulation; permanganate; composite chemicals

X市某水厂以黄河水为水源, 经引水渠引入预沉池再进入水厂处理, 由于受沿途乡镇企业排放废水污染, 进厂原水发黑发臭, 有机物含量高, 污染重时高锰酸盐指数(COD_{Mn})高达20~30 mg/L。水厂处理水量为9万 t/d, 原水经加药混合后经隔板反应, 再经斜管沉淀(6万 t/d)或平流沉淀(3万 t/d), 进入滤池。采用硫酸亚铁氯化法混凝, 正常情况下

亚铁与氯的质量比为8.33:1。原水污染严重时, 水中有机物含量高, 氯投量非常大(最高时曾达到80 g/t), 甚至单靠增加混凝剂和氯的投量仍不能解决问题, 处理后水质较差。

1 试验方法

以该水厂受污染原水进行高锰酸盐复合药剂强化混凝处理试验, 混凝剂仍采用硫酸亚铁氯化法, 亚

铁和氯按水厂正常投加比例 8.33 : 1 同时投入水中, 试验只给出硫酸亚铁投加量, 其中的氯投加量由此推算。

杯罐混凝试验方法参照文献 [1, 2] 所述。试验中原水水温均为 20 ℃, pH 7.5, 浊度约 100 NTU, 高锰酸盐指数在 4.0 mg/L 到 28.5 mg/L 之间。所测高锰酸盐指数 (COD_{Mn}) 均为酸性高锰酸钾法测定 [3]。

2 试验结果与讨论

2.1 有机物对硫酸亚铁氯化法混凝效果的影响

对 COD_{Mn} 不同, 浊度、pH、水温等均相同的原水, 用硫酸亚铁氯化法进行混凝试验。图 1 为 COD_{Mn} 分别为 8.0 mg/L 和 28.5 mg/L 原水的混凝曲线。由图 1 可以看出, 随着原水 COD_{Mn} 的升高, 混凝效果变差, COD_{Mn} 分别为 8.0 mg/L 和 28.5 mg/L 的原水之间混凝效果有显著差别, 前者投加 30 mg/L FeSO₄ 的沉后水浊度与后者投加 100 mg/L FeSO₄ 的沉后水浊度相当, 即 COD_{Mn} 增加 20.5 mg/L, 达到相同效果的混凝剂投加量增加 70 mg/L。由图 1 还可以看出, COD_{Mn} 增加使混凝曲线的最佳投药量范围变窄。

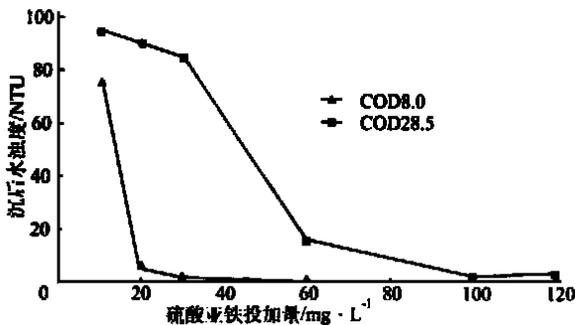


图 1 原水 COD_{Mn} 对硫酸亚铁氯化法混凝效果的影响

2.2 药剂投加量和投加方式对混凝效果的影响

高锰酸盐复合药剂不同投加方式和不同投加量对不同 COD_{Mn} 原水强化混凝沉后水浊度的影响见图 2。试验了两种不同 COD_{Mn} 浓度的原水, COD_{Mn} 分别为 6.8 mg/L 和 8.5 mg/L, 原水浊度均为 100 NTU, FeSO₄ 投量均为 20 mg/L, 高锰酸盐复合药剂采用了 A (高锰酸盐复合药剂在 FeSO₄ 之后投加)、B (高锰酸盐复合药剂在 FeSO₄ 之前投加) 两种投加方式。由图 2 可以得出如下结论: (1) 对两种原水投加高锰酸盐复合药剂 (A、B 两种投加方式) 均起到

了显著的强化混凝作用, 最佳高锰酸盐复合药剂投加量条件下, 与未投加高锰酸盐复合药剂的对照试验相比, 沉后水浊度下降了 7.5 ~ 9.5 NTU; (2) 高锰酸盐复合药剂的两种投加方式中, A 方式的混凝效果优于 B 方式的混凝效果。

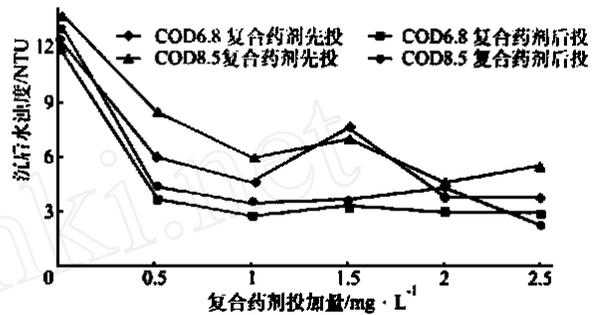


图 2 高锰酸盐复合药剂不同投加方式对强化混凝效果的影响

2.3 高锰酸盐复合药剂对混凝曲线的影响

取浊度为 60 NTU、COD_{Mn} 为 10 mg/L 的原水, 考察高锰酸盐复合药剂对混凝曲线的影响。高锰酸盐复合药剂投量为 1.0 mg/L, 图 3 所示为不同混凝剂投量下混凝抛物线的左半段。结果表明: 高锰酸盐复合药剂对该原水的强化混凝效果非常显著。与单投加硫酸亚铁混凝剂相比, 采用高锰酸盐复合药剂强化混凝大幅度降低沉后水浊度, 由 4.1 ~ 40 NTU 降至 2.0 ~ 8.5 NTU。

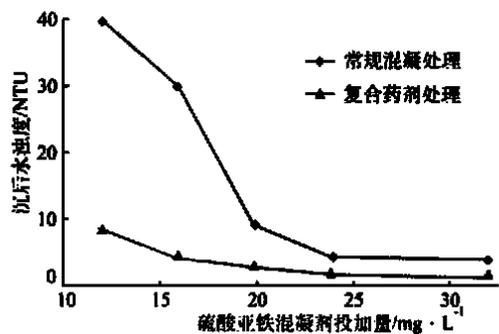


图 3 高锰酸盐复合药剂强化混凝除浊对混凝曲线的影响

从混凝曲线上看, 投加高锰酸盐复合药剂强化混凝大大拓宽了最佳投药量范围, 且使混凝曲线下移。由此可以推知, 采用高锰酸盐复合药剂强化混凝可使混凝处理沉后水浊度大幅度下降的同时, 还可使处理系统的抗干扰性能提高, 使沉后甚至滤后水浊度受原水水质、投药量等波动的影响减小。

2.4 高锰酸盐复合药剂的最佳投量

(下转第 26 页)

定,易于破裂,因此,PSHPD 和 PSOD 阻碳酸钙垢性能优于 PBTC。

5 结论

(1)以磷基丁二酸酯为原料,经过烷基化、磺化、水解三步反应,合成了六种新型含磺酸的有机磷酸,并用核磁共振的方法验证了化合物的结构;(2)考察了合成试验条件,试验表明,烷基化反应需使用比甲醇钠更强的催化剂,磺化反应需使用亚硫酸钠作磺化试剂;(3)考察了分离试验条件,结果表明,在NaOH作淋洗剂的条件下,使用弱碱阴离子交换树脂可以将磺化反应产物分离提纯;(4)用静态阻碳酸钙垢和静态阻磷酸钙垢的方法评价了新型含磺酸的有机磷酸的阻垢性能,结果表明,新化合物的阻垢性能优于PBTC,特别是阻磷酸钙垢性能有极大的提高。

[参考文献]

[1]汪祖模.有机磷酸羧酸型水质稳定剂的研究[J].华东化工学院

学报,1989,(5):605~613.

[2] Ashcraft R H. Scale inhibition under harsh condition by 2 - phosphonobutane - 1, 2, 4 - tricarboxylic acid (PBTC) [C]. Corrosion 85 , Paper No 123.
 [3] Ashcraft R H. The influence of typical cooling water paraments on the corrosion inhibiting effect of 2 - phosphonobutane - 1, 2, 4 - tricarboxylic acid (PBTC) [C]. Corrosion 86 , Paper No 401.
 [4] 韩应琳. 膦磺酸型阻垢剂的结构与性能探讨 [J]. 南京化工大学学报, 1997, (3) : 7 ~ 11.
 [5] Chaires G, et al. Inhibition of scale formation and corrosion by sulfonated organophosphonates [P]. US 5221487.
 [6] Kleinst R. Process for the continuous production of 2 - phosphonobutane - 1, 2, 4 - tricarboxylic acid and alkali metal salts thereof [P]. US 4931586, 1990.

[作者简介] 王振宇 (1972 -), 2000年毕业于石油化工科学研究院, 硕士, 工程师。电话: 010 - 62327551 - 8289, E-mail: wzy2001@sohu.com。

[收稿日期] 2000 - 11 - 22

(上接第 16 页)

确定高锰酸盐复合药剂的最佳投量主要考虑两方面,一方面要满足使沉后水浊度降至最低,另一方面要考虑加入原水中的复合药剂所含高锰酸钾要全部被消耗而不致使水产生红色。对相同浊度,不同COD_{Mn}的原水采用高锰酸盐复合药剂强化混凝,测定沉后水浊度,考察高锰酸盐复合药剂在原水不同COD_{Mn}条件下的最佳投加量(见表1)。

表 1 高锰酸盐复合药剂的最佳投加量

项目	数据				
原水 COD _{Mn} /mg L ⁻¹	4.0	6.8	8.5	11.2	16.3
高锰酸盐复合药剂最佳投加量/mg L ⁻¹	0.5	1.0	1.25	1.5	2.0

将以上得到的高锰酸盐复合药剂最佳投量与原水COD_{Mn}之间的关系数据进行回归,最终得出最佳高锰酸盐复合药剂投加量与原水COD_{Mn}之间的关系符合如下方程:

$$y = 4.854x / (25.527 + x)$$

式中,y为高锰酸盐复合药剂的最佳投量;x代表原水COD_{Mn}。相关系数r=0.991。

3 结论

(1)针对X市某水厂受严重污染的水源,仅用硫酸亚铁氯化法混凝处理时,原水COD_{Mn}浓度增

加,混凝效果变差,使混凝曲线的最佳投药量范围变窄,处理后水质难以达到要求。

(2)试验研究表明,高锰酸盐复合药剂有显著的强化混凝效能,而且高锰酸盐复合药剂强化混凝效果与投加方式有关,对试验水厂原水而言,高锰酸盐复合药剂在硫酸亚铁混凝剂之后投加的混凝效果最好,不同原水水质的最佳投药方式可能不同,有待进一步研究与探讨。

(3)投加高锰酸盐复合药剂强化处理使混凝曲线向下移动且向两极张开,拓宽了最佳混凝剂投量范围,提高了系统的抗干扰性或抗冲击性。

(4)研究表明,高锰酸盐复合药剂最佳投量与原水COD_{Mn}之间符合双矩形曲线方程(键合等温线) $y = 4.854x / (25.527 + x)$ 。

[参考文献]

[1]许保玖,安鼎年.给水处理理论与设计[M].北京:中国建筑工业出版社,1992.
 [2]陈忠林.高锰酸钾复合药剂强化混凝除油除臭研究[D].哈尔滨工业大学图书馆,1997.
 [3]国家环保局.水和废水监测分析方法[M].北京:中国环境科学出版社,1989:359~361.

[作者简介] 陈忠林(1967 -),工学博士,1987年毕业于兰州大学化学系,副教授。

[收稿日期] 2001 - 02 - 02