

流动电流混凝投药控制系统在微污染水源水中适用性研究

张 燕¹, 刘宏远¹, 崔福义²

(1. 浙江大学, 杭州 310027; 2. 哈尔滨工业大学市政环境工程学院, 哈尔滨 150090)

摘 要:对流动电流混凝投药控制技术应用于受有机物污染的水中进行了试验,研究了有机污染物对流动电流响应混凝剂投量的变化规律、流动电流检测灵敏度、以及控制系统的给定值的影响,初步探讨了流动电流混凝投药控制系统在受污染水源水中的适用性问题。试验结果发现:当水样的高锰酸盐指数不超过 10mg/L 的水源水中,污染物对流动电流控制系统影响较小,流动电流混凝投药控制技术仍然可以应用于此条件下的受污染水源水。

关键词:有机污染物; 给水处理; 流动电流

中图分类号:X703, TU991.2 **文献标识码:**A **文章编号:**1003-6504(2002)01-0004-03

作为单一因子控制出水水质的流动电流控制技术,以其先进性和实用性,在水处理混凝控制中有着广泛的应用^[1-4]。然而先前的绝大多数研究和应用工作是针对无污染的较清洁水源下展开的。近年来给水水源受到有机物的污染已相当普遍和严重,所以研究认识在受污染水质条件下,污染物对流动电流混凝投药控制系统的影响情况,对于水的混凝及混凝控制有着重要意义。对此首次将流动电流混凝投药控制系统应用于受有机物污染的水源水中的适用性问题进行专门的研究,以期能进一步拓宽流动电流混凝投药控制技术的适用性。

1 试验材料与方法

试验中的水样采用人工配置:以泥土加自来水配成一定浊度的浑水,再根据需要分别加入一定量的生活污水或屠宰废水充分混合,配成受有机物污染的原水,用以模拟受污染的天然原水,以此 2 种含不同污染物的水样作为受有机物污染水源水的典型。以高锰酸盐指数作为水质指标。混凝剂采用聚合氯化铝。试验水样浊度以 14NTU 和 120NTU 两种,分别代表低浊和高浊水样。

取 5L 上述水样置于一容积为 5.5L 的容器中,对其进行连续搅拌,并投加不同剂量的混凝剂,进行快速混合(300r/min)1min,慢速反应(20r/min)15min,静沉 10min。还测定了投加混凝剂后的流动电流值,建立流动电流与投药量、灵敏度、沉淀后水浊度等各参数间的相应关系,以此分析在受污染水源水中,流动电流混凝投药控制系统各特性参数的变化规律。

基金项目:国家博士后科学基金资助项目(LRZ95004)

作者简况:张燕(1971-),女,浙江东阳人,浙江大学博士生,讲师,主要从事市政与环境工程研究。

2 试验结果与分析

在这里以原水浊度为 14NTU 的水样为例进行详细说明。

2.1 有机污染物对流动电流变化规律的影响

从图 1,图 2 可以看到,两种受污染水源水的试验结果呈现的规律基本一致。在试验的有机物浓度下,流动电流(SC)与投药量(q)的相关性是存在的,且变化趋势与未污染水源水是相同的:在污染物浓度一定时,随投药量增加,流动电流代数值增大。但是有机物质的存在使流动电流强度降低,即在相同投药量下,流动电流的变幅减小,趋向于中性点,表现为流动电流随投药量变化的曲线越平缓。这一现象可能是由于有机物质对水中杂质的胶体保护作用及对流动电流检测的干扰两种因素所共同造成的。

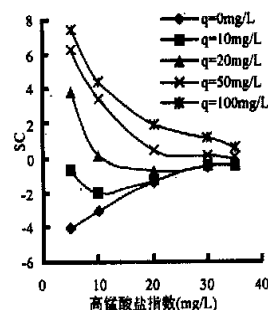


图 1 SC 与高锰酸盐指数关系曲线(生活污水污染)

从流动电流原理出发,有机物的存在使流动电流强度降低的现象可归结为下述两种原因:一方面由于有机污染物一般均是亲水性胶体,存在有机水化膜,其本身难以发生凝聚,而且对水中杂质的胶体保护作用使胶体的表面电性减弱;另一方面是有机物对流动电流检测的干扰,有机物吸附于检测器探头的表面,从而

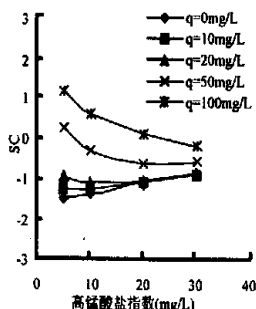


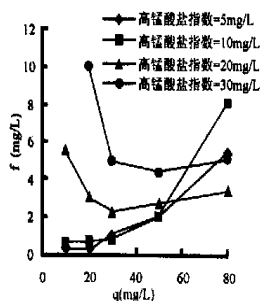
图2 SC与高锰酸盐指数关系曲线(屠宰废水污染)

使检测强度降低。

然而,对比分析表明:在相同的污染物浓度下,受屠宰废水污染水的流动电流强度更小。这说明有机污染物组成不同,对流动电流的影响程度是有差别的。

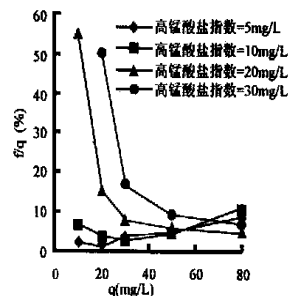
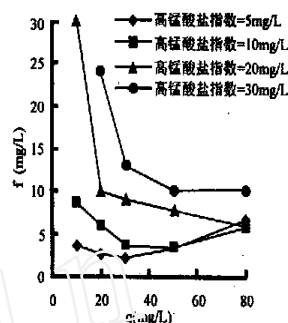
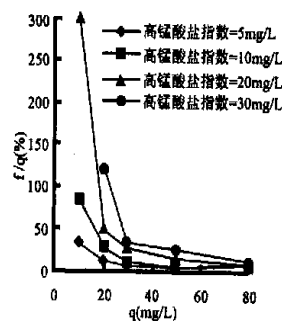
2.2 有机污染物对流动电流检测灵敏度的影响

有机污染物的存在对流动电流的检测产生干扰,使流动电流的变化幅度减小,事实上已反映出了流动电流检测灵敏度的变化:有机物浓度越高,流动电流随投药量的变幅越小,即检测灵敏度越低。为了更直观地描述,以检测分辨值(f)为指标,即使流动电流检测值产生 ± 0.1 个单位变幅所对应的投药量,分辨值 f 越小,表明流动电流参数越灵敏地反映投药量的变化,即灵敏度越高。建立在不同污染物浓度下的 f 与投药量 q 之间的关系曲线(图3~图6)表明,两种水质对分辨值的影响规律基本一致:随着高锰酸盐指数的增加,流动电流检测器的 f 值增加,这是由于污染水体中的有机物质吸附于探头表面,使检测系统对混凝剂的响应特性减弱,反应迟钝,而且增加投药量效果也不明显,灵敏度下降。但是在高锰酸盐指数小于 10mg/L ,流动电流检测系统的分辨值和相对分辨值(f/q)均与未受污染水体的分辨值接近^[5](分别为 $f = 2 \sim 5\text{mg/L}$, $f/q = 10\%$)。


 图3 分辨值 f 与 q 关系曲线(生活污水污染)

2.3 有机污染物对流动电流控制系统给定值的影响

对于流动电流中间参数简单反馈控制而言,给定值就是流动电流混凝投药控制系统的控制目标值。图7和图8是相应于一定沉淀后水浊度下试验得到的给


 图4 相对分辨值 f/q 与 q 关系曲线(生活污水污染)

 图5 分辨值 f 与 q 关系曲线(屠宰废水污染)

 图6 相对分辨值 f/q 与 q 关系曲线(屠宰废水污染)

定值变化等值线,即当给定值沿图中某条曲线变动时,可以维持沉淀水浊度不变。从图中可知有机污染物的存在使流动电流给定值显著增加。这说明有机污染物的存在给混凝工艺确实造成了一定的影响,这可能是由于有机物质对水中胶体杂质的保护作用,使其有较好的稳定性,不易脱稳,混凝困难,再加上其易吸附于流动电流检测器探头表面,对检测产生干扰,使检测信号发生漂移所致。这些都使得给定值和投药量以较大的幅度增加。例如在图7的情况下,若给定值维持在 -0.35 不变,则当高锰酸盐指数由 10mg/L 增加到 26mg/L 时,沉淀水浊度将由 7NTU 增加到 9NTU ,导致控制误差。

受屠宰废水污染的原水的给定值比受生活污水污染的原水随高锰酸盐指数升高速率大,例如高锰酸盐指数从 5mg/L 到 30mg/L ,当沉淀后水浊度为 5NTU

(下转第30页)

- [J]. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, 1997, 123(5): 402 ~ 410.
- [6] Boardman B T, Daniel D E. Hydraulic Conductivity of Desiccated Geosynthetic Clay Liners[J]. Journal of Geotechnical Engineering, 1996, 123(3): 204 ~ 208.
- [7] Lin L C, Benson C H. Effect of wet-dry cycling on swelling and hydraulic conductivity of GCLs[J]. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, 2000, 126(1): 40 ~ 49.
- [8] Hewitt R D, Daniel D E. Hydranlic conductivity of Geosynthetic Clay Liners after Freeze-Thaw [J]. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, 1997, 127(4): 305 ~ 313.
- [9] Kraus J F, Benson C H, Charmberlain E J. Freeze Thaw cycling and hydraulic conductivity of Bentonitic barriers[J]. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, ASCE, 1997, 127(3): 229 ~ 238.
- [10] 聂永丰. 三废处理工程技术手册: 固体废物卷[M]. 北京: 化学工业出版社, 2000.

(收修改稿日期: 2001-11-27)

(上接第 5 页)

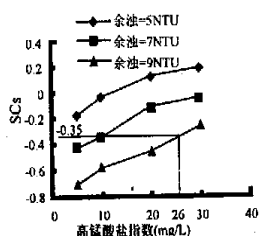


图 7 SCs 与高锰酸盐指数关系曲线(生活污水污染)

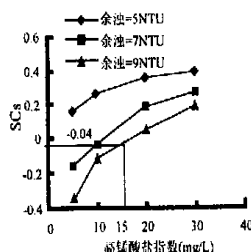


图 8 SCs 与高锰酸盐指数关系曲线(屠宰废水污染)

时,前者的流动电流给定值升高 0.41 个单位,而后者却只有 0.33 个单位。同时,从图中矩形线可以看出,一定给定值下,受屠宰废水污染的水样单位浊度变幅所能承受的高锰酸盐指数变幅较小。上述现象说明有机物组成对流动电流给定值有影响,但是从自动控制的角度,对流动电流给定值的影响不大,在一定的给定值下运行,基本上高锰酸盐指数每增加 1mg/L,沉淀后水余浊增加 0.3 ~ 0.4NTU,再加上在给定水源下,高锰酸盐指数不会大幅度地变化。因而,流动电流混凝控制系统可在一定程度上适应水中有机污染物浓度的变化,自动调节投药量,从而保证处理效果,或采用较高级的流动电流投药控制系统(例如串级控制系统^[6]),仍能进行有效的投药控制。

本次实验还同时在浊度为 120NTU 的条件下重复上述试验,流动电流的响应特性与前述低浊度的试验结果基本一致,主要变化是浊度升高也使流动电流强度降低。但相对于有机污染物,浊度的影响较小,可

忽略不计。

3 结论

(1)所涉及的两种有机物污染的原水,有机污染物的存在都使流动电流强度,灵敏度下降,流动电流控制系统给定值有所上升。然而污染物种类、组成不同对流动电流控制系统的影响程度也不同,屠宰废水中的有机物质对流动电流控制系统的影响大于生活污水中的有机物质。

(2)试验结果表明,在高锰酸盐指数小于 10mg/L 的情况下,流动电流检测的灵敏度下降较小,对混凝剂投加量的变化仍能作出较好的响应,进行有效控制。而作为给水水源的实际天然原水中,有机污染物的浓度一般不会超过该试验范围,因此流动电流控制系统对受污染水体具有较广泛的适应性。

(3)有机污染物的存在给混凝工艺造成了较大的负担,随着有机污染物浓度的增加,投药量明显增加。

(4)浊度、有机物浓度都是引起流动电流变化的因素,其中任一参数的升高都会使流动电流强度减弱,但对于有机污染物,浊度的影响较小,可忽略不计。

[参考文献]

- [1] 崔福义,李圭白. 流动电流混凝控制技术在我国的應用[J]. 中国给水排水,1999,15(7):24 ~ 26.
- [2] Steven K. Dentel, Mohammad M. Abur-Orf, Christopher A. Walker. Optimization of slurry flocculation and dewatering based on electrokinetic and rheological phenomena[J]. Chemical Engineering Journal, 2000, 80:65 ~ 72.
- [3] 杨祥龙,蒋继申,邵军,等. 一种基于流动电流检测的水厂自动投药系统[J]. 浙江大学学报:自然版, 1999, 33(3):295 ~ 300.
- [4] 崔福义,李圭白. 流动电流及其在混凝控制中的应用[M]. 哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1995,126 ~ 130.
- [5] 崔福义,陈卫,李虹. 流动电流串级投药控制系统的特性评价[J]. 中国给水排水,1995,11(2):30 ~ 33.

(收修改稿日期:2001-10-25)

Simulation Studies on Influence of Wastewater Discharging in Three Gorges Construction Site on Water Quality of Yangtze River

HOU Guo-xiang¹, YE Min²,
WENG Li-da², YUAN Yan-bin¹

- (1. College of Hydropower, Huazhong University of Sci. and Technology, Wuhan 430072;
2. The Yangtze Water Resources Protection Institute, Wuhan 430051)

Abstract: Simulation investigations including monitoring of the river water quality, calculation of pollutants concentration distribution areas and model verification were performed on the water quality of the Yangtze River, which receives discharges from Three Gorges Project construction site. Furthermore, the simulation was used to forecast the most unfavorable condition of the water quality and delineate the plume area caused by the discharges. The simulation results are helpful in formulating standard for aggregates processing wastewater emission in concrete making.

Keywords: pollution; convection-dispersion; numerical model; concentration; depth-averaged

Application of Streaming Current Control System to Treatment of Slightly-polluted Raw Water

ZHANG Yan¹, LIU Hong-yuan¹, CUI Fu-yi²

- (1. Zhejiang University, Hangzhou 310027;
2. Harbin University of Technology, Harbin 150090)

Abstract: Studies were carried out to investigate the response of different organic pollutants to streaming current when the raw water was coagulated, the test sensitivity of streaming current and the effect of set point of the control system. It has been showed from the studies that low organic concentration (less than 10mg/L in permanganate index) exerted slight effect on the system.

Keywords: organic pollutant; water treatment; streaming current

A Flocculants-producing Microorganism-Its Screening/ Culturing and Chemical Property

PENG Hui, YIN Hua, LIANG Yu-qiang,
TANG Xin-hu, LIU Hui-xuan

- (College of Life Science & Technology,
Jinan University, Guangzhou 510623)

Abstract: A special strain of microorganism with high flocculating activity - TH6 has been screened and cultured using the recirculated sludge from an activated sludge wastewater treatment system of a chemical plant. It was identified as *Aspergillus niger*, which has been cultured for 64h with shake speed of 150r/min at pH6.0, temperature of 30 °C, using sucrose as carbon source and NaNO₃/urea as nitrogen source. Investigation results showed that among

the main constituents responsible for flocculation of TH6 are polycarbohydrates.

Keywords: microbial flocculants, screen and culture, chemical property

Rapid Determination of Trace Amount of Mercury Using Co-precipitation and Solid-phase Reflection-diffuse Spectrophotometry

ZHAO Zhong-yi, ZHAO Li-hua, MA Bao-jun

- (Faculty of Material Science and Chemical Engineering,
China University of Geoscience, Wuhan 430074)

Abstract: Trace amount of Hg co-precipitated with Cu₂HgI₄ and Cu₂I₂ was determined by use of solid-phase reflection-diffuse spectrophotometry. In this paper, basic principle of the analysis was discussed and optimum conditions for reaction and analysis were determined by experiment. This method features rapid and simple, showing high sensitivity and versatility in determining trace amount of Hg in soil, water and plant, as well as in the air of polarographic laboratory.

Keywords: co-precipitation; solid-phase reflection-diffuse spectrophotometry; Hg

Mechanism of COD Degradation in Wastewater Using Three Dimension Electrode Method

CHEN Wu, LI Fan-xiu, MEI Ping

- (Department of Chemical Engineering,
Jiangnan Petroleum Institute, Jingzhou 434102)

Abstract: To study COD-degradation in wastewater by means of three-dimension electrode Ti(IV)-5-Br-PADAP method and cytochrome C method were used. The results showed existence of living H₂O₂ and ·OH radicals during the COD-degradation process. Infrared absorption spectrometry was also used to study the change of organic matters' structure during the process. Mechanism of COD-degradation using three-dimension electrode was then discussed.

Keywords: three-dimension electrode; COD degradation; mechanism study

Statistical Analysis for Urban Runoff Pollutant Loading

FANG Hong-yuan¹, CHEN Zhi-chun²

- (1. Hydraulic and Civil Engineering College, Yangzhou University, Yangzhou 225009;
2. Changzhou Municipal Bureau of Water Conservancy, Changzhou 213000)

Abstract: Statistical analysis procedures for estimating pollutant loading of urban runoff are described for a small urban catchment