

文章编号: 1006-6780(2001)05-0064-04

# 有机污染物对流动电流变化规律的影响研究

张 燕<sup>1</sup>, 崔福义<sup>2</sup>, 冯 琦<sup>2</sup>, 黄国忠<sup>2</sup>

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

**摘 要:** 通过在四种受污染水样情况下的试验, 对流动电流响应混凝剂投量的变化规律进行了研究。发现流动电流与投药量的相关性仍然存在, 但是有机污染物的存在使流动电流的响应强度降低, 降低程度与污染物的种类、浓度等因素有关。一般在 $COD_{Mn}$ 不超过10mg/L的情况下, 污染物的影响程度较小, 将流动电流混凝投药控制技术应用于此条件下的受污染水源水是可能的。

**关键词:** 有机污染物; 给水处理; 流动电流; 混凝; 混凝剂; 投药

中图分类号: X703 文献标识码: A

## Effect of organic pollutant on regularity of streaming current

ZHANG Yan<sup>1</sup>, CUI Fu-yi<sup>2</sup>, FENG Qi<sup>2</sup>, HUANG Guo-zhong<sup>2</sup>

(1. Department of Civil, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China; 2. School of Municipal & Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China)

**Abstract:** The experiment made with four kinds of polluted water in a semi-batch reactor indicated that the pollutants in water decreased the precision of streaming current control system, and the regularity of streaming current was related to the kind and concentration of pollutant. Moreover, for a given type of pollutant water, the regularity of streaming current was strongly affected by the composition of the kind of water. However, the relationship between SC and coagulant dosage still existed under the experimental condition. And the effect was not noticeable when  $COD_{Mn}$  of the water resource didn't exceed 10mg/L, so the streaming current control method for coagulant dosage could be used in the water resource polluted by organic-pollutant.

**Key words:** organic-pollutant; water treatment; streaming current; coagulation; coagulant; dosage

流动电流是描述水中胶体荷电特性的一项参数, 近年来在水处理混凝控制中有广泛的应用<sup>[1]</sup>。研究认识流动电流在各种水质条件下的变化规律, 对于水的混凝及混凝控制有重要意义。研究表明<sup>[2]</sup>, 在水处理混凝过程中, 无污染或污染很轻微的条件下, 流动电流(SC)随混凝投药量( $q$ )的变化规律类似于酸碱滴定曲线: 投药量较小时, 为凹向上曲线, 在投药量较低时, 流动电流增加缓慢; 当投药量达到一定量后, 流动电流增加迅速, 并产生突变; 随后又随投药量的增加, 流动电流增加渐趋平缓, 呈凹向下曲线。然而, 随着工农业生产的高速发展和城市化进程的加速, 给水水源受到有机物的污染日益普遍和严重。水中有机污染物数量及种类对流动电流的变化规律影响如何, 是需要研究的问题, 它更直接关系到流动电流混凝投药控制技术能否应用于受污染水源水<sup>[3]</sup>。系统性地研究该问题的论文尚未发现, 对此本文进行专门的研究。

## 1 试验方法

**试验水样人工配置:** 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生活小区排水

收稿日期: 2000-09-06

基金项目: 国家博士后科学基金资助项目

作者简介: 张燕(1971-), 女, 浙江大学博士。

管网的污水、屠宰废水、两种不同含油废水混合而成,以此4种含不同污染物的水样作为污染水源水的典型,用以模拟受污染的天然原水。前两种水样有机物含量以高锰酸盐指数(COD<sub>Mn</sub>)为指标,后两种水样则以含油量为指标。混凝剂采用聚合铝。试验水样浊度分别为14NTU和120NTU两种。

混凝试验在盛有5.5L水样的容器中进行。对水样连续搅拌,向其中投加不同剂量的混凝剂,测定投加混凝剂前后的流动电流值,建立流动电流与投药量之间的相应关系,以此分析在受污染水源水中,流动电流随投药量的变化规律。

## 2 试验结果与分析

### 2.1 受生活类污水污染水的流动电流变化规律

取含有不同量生活污水、浊度为14NTU的水样进行混凝试验,结果如图1、图2所示。从图中可以看到,在试验的有机物浓度下,流动电流与投药量的相关性是存在的,且变化趋势与无污染或污染较轻微水源水是相同的:在污染物浓度一定时,随投药量增加,流动电流代数值增大。在图2中,污染物浓度较低时,流动电流先随投药量的增加而迅速变化,然后变化又逐渐趋缓;污染物浓度越高,流动电流的变化越缓,流动电流随投药量增加而产生的变化量越小,流动电流检测的灵敏度越低,如COD<sub>Mn</sub>为35mg/L时的曲线接近水平线。总的趋势基本上是在COD<sub>Mn</sub>不高于10mg/L时,受有机物的影响较小;在COD<sub>Mn</sub>高于20mg/L时,有机物的影响较大,流动电流与投药量关系曲线趋向于平缓。从图1更直观地看出有机污染物的存在使流动电流强度降低,流动电流值趋近于中性点。

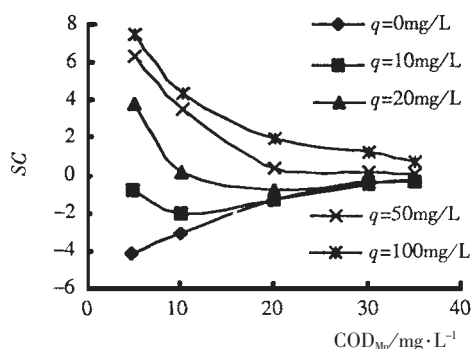


图1 浊度为14NTU时的SC与COD<sub>Mn</sub>关系曲线  
(生活污水)

Fig.1 Relationship between SC and COD<sub>Mn</sub> at different doses (14NTU, water polluted by domestic sewage)

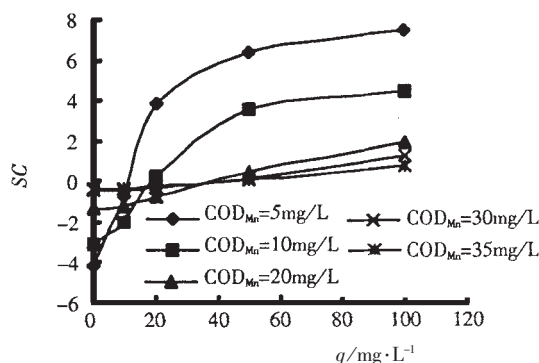


图2 浊度为14NTU时的SC与q关系曲线  
(生活污水)

Fig.2 Relationship between SC and q at different COD<sub>Mn</sub> (14NTU, water polluted by domestic sewage)

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:(1)有机污染物一般均是亲水性胶体,有机水化膜的存在,不仅使其本身不易发生凝聚,而且对水中粘土杂质的胶体保护作用使胶体的表面电性减弱;(2)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,从而使检测强度降低。水中有机物浓度越高,对检测器的干扰就越大。前一种因素导致流动电流值的变化是对胶体荷电状况的真实反映,是正常的;后一种因素则是对正常检测的干扰,使检测值失真。

在浊度为120NTU的条件下重复上述试验,结果见图3、图4。从图中可以看出,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。因此,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,但相对于有机污染物,浊度的影响较小,可忽略不计。以受屠宰废水污染的水进行试验,浊度分别为14NTU和120NTU。试验结果表明,同上述试验,浊度的影响较小,可忽略不计。图5和图6是浊度为14NTU的试验结果,可以发现受有机污染物的影响,流动电流强度也降低,且有机物浓度越大,强度降低越大。然而同图1、图2(生活污水污染的水样)的情况对比,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。

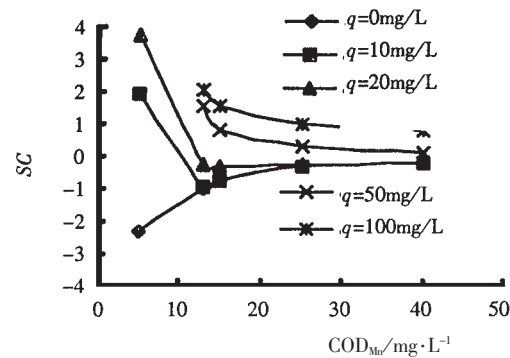


图3 浊度为120NTU的SC与COD<sub>Mn</sub>关系曲线  
(生活污水)

Fig.3 Relationship between SC and COD<sub>Mn</sub> at different doses (120NTU, water polluted by domestic sewage)

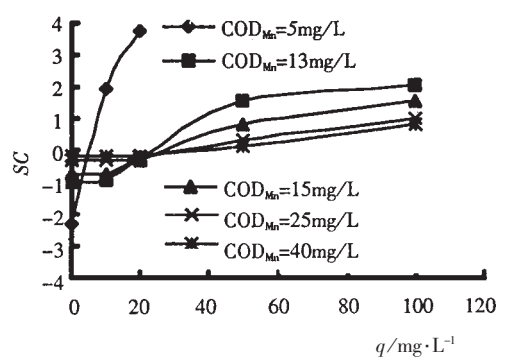


图4 浊度为120NTU时的SC与q关系曲线  
(生活污水)

Fig.4 Relationship between SC and q at different COD<sub>Mn</sub> (120NTU, water polluted by domestic sewage)

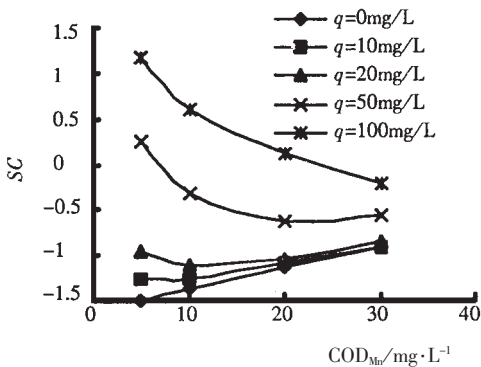


图5 SC与COD<sub>Mn</sub>关系曲线 (屠宰废水)

Fig.5 Relationship between SC and COD<sub>Mn</sub> at different doses (14NTU, water polluted by slaughter wastewater)

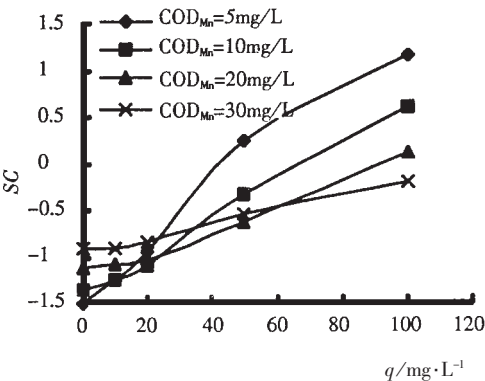


图6 SC与q关系曲线 (屠宰废水)

Fig.6 Relationship between SC and q under different COD<sub>Mn</sub> (14NTU, water polluted by slaughter wastewater)

2.2 受含油废水污染水的流动电流变化规律

在含油废水处理系统的沉淀池出口处取水样加入到浑水中，配成受油类物质污染的试验用水，同样进行浊度分别为14NTU和120NTU两种水样的试验。以该水样进行的试验结果表明，与上述两种试验水样有相同的结果，浊度的影响相对油类物质对流动电流变化规律的影响较小，可忽略不计。图7、图8浊度为14NTU的试验结果，从图中可以发现：油类物质的存在也使流动电流强度降低。含油

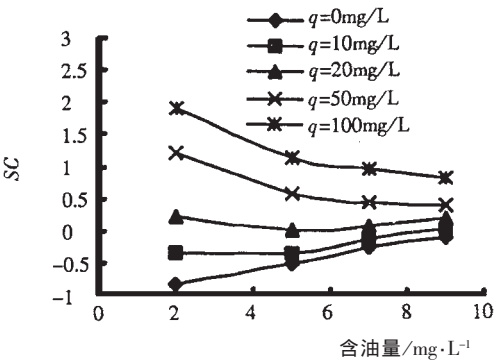


图7 SC与含油量关系曲线 (较细颗粒)

Fig.7 Relationship between SC and quantity of oil pollutant at different doses (14NTU, water polluted by effluent of oil wastewater treatment plant)

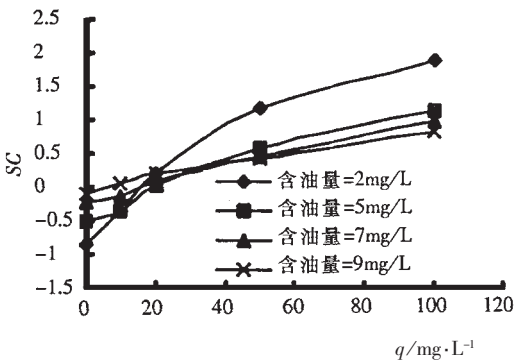


图8 SC与q关系曲线 (较细颗粒)

Fig.8 Relationship between SC and the q at different quantity of oil-pollutant (14NTU, water polluted by effluent of oil wastewater treatment plant)

量越高,流动电流的强度越小,流动电流随投药量变化的曲线越平缓。这一现象同样是由于油类物质对水中杂质的胶体保护作用和对流动电流检测的干扰两种因素所造成的。

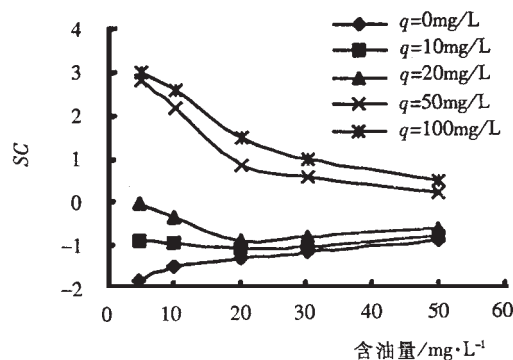


图9 SC与含油量关系曲线(较粗颗粒)

Fig.9 Relationship between SC and quantity of oil pollutant at different doses(14NTU, water polluted by effluent of intermediate sedimentation tank of oil wastewater treatment plant)

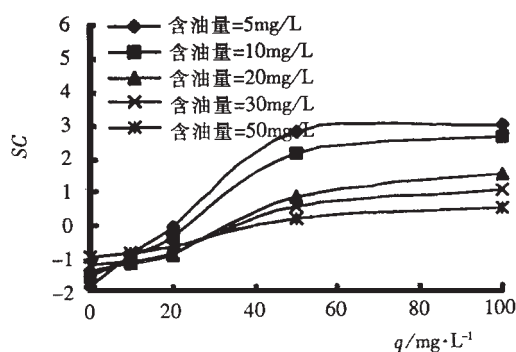


图10 SC与q关系曲线(较粗颗粒)

Fig.10 Relationship between SC and  $q$  under different quantity of oil-pollutant (14NTU, water polluted by effluent of intermediate sedimentation tank of oil wastewater treatment plant)

在含油废水处理系统的浮选池出口处取样,配成受含油废水污染的试验用水,重复上述试验(图9、图10是浊度为14NTU的试验结果),发现尽管与图7、图8呈现的基本趋势相同,但在相同含油量时,此种油类污染物对流动电流的影响却相对较小。其原因在于浮选池出口水样中的油类物质颗粒较粗,而沉淀池出口水样中油类物质的颗粒较细。试验结果说明油类物质的组成对流动电流的影响是不同的,相同含油量情况下,颗粒较细的油类物质影响更大。其原因是因为小颗粒油粒更易吸附于流动电流检测器探头表面,因而对检测造成较大的干扰。

### 3 讨论与结论

通过上述试验,证明在有机污染物存在的情况下,尽管其对流动电流的检测产生干扰,但流动电流仍能对混凝剂的投加作出响应。然而,污染物的种类、浓度不同,流动电流的响应性能是有差别的。污染物浓度越高,对流动电流的影响越大;油类物质颗粒越细,对流动电流的影响越大。试验结果表明,在污染物 $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 不超过10mg/L或油类物质浓度不超过2~10mg/L(随油类物质颗粒尺寸而变)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。

流动电流技术在水处理中最重要的应用是作为混凝投药控制参数。在此应用中,利用的是流动电流测量值的相对变化。流动电流与混凝剂投加量的变化有相关性,是将其作为混凝控制参数的最根本条件。上述实验结果显示,在 $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 不超过10mg/L的受污染水源水中,流动电流的响应有较高的灵敏性,多数受污染水源水符合这一条件。因此本文的研究结果预示,流动电流技术将在微污染水源水中有广泛的适用性。当然,对此还应通过更进一步的研究来确认。

#### 参 考 文 献:

- [1] 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.
- [2] 崔福义,张燕. 生活有机污染物对流动电流特性的影响研究[J]. 哈尔滨建筑大学学报,1996,29(5): 68-72.
- [3] 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.