

受油类污染水中 SC 控制系统适用性研究

刘宏远¹, 崔福义²

(1. 浙江工业大学 建工学院, 浙江 杭州 310032; 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: 对流动电流(SC)混凝投药控制技术应用受含油废水污染的水中进行了试验, 研究了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。研究结果发现有机污染物的存在使流动电流的响应强度降低, 流动电流检测灵敏度下降, 控制系统给定值有所升高, 其影响程度与污染物的种类、浓度等因素有关。但是在受污染水源中流动电流与投药量的相关性仍然存在, 一般地, 油类物质含量不超过 $2\sim 10\text{ mg/L}$ (视油类物质颗粒尺寸)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: 油类污染物; 给水处理; 流动电流(SC)

中图分类号: X505

文献标识码: A

文章编号: 1006-4303(2004)04-0447-04

The applicability of streaming current control system in the oil polluted water resource

LIU Hong-yuan¹, CUI Fu-yi²

(1. College of Architecture & Civil Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310032, China;

2. College of Civil & Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China)

Abstract: An experimental study was carried out through two kinds of water that were polluted by different oil pollutants. The effect of the regularity, precision and the set point of streaming current control system by the oil pollutant were studied. The relationship between streaming current(SC) and coagulant dosage was still existed under the experimental condition. However the pollutant in the water affected the regularity of streaming current control system, decreased the precision of streaming current control system, and made the set point rise. Moreover, the kinds of the pollutant and the concentration of the pollutant were key factors. The function of the oil pollutant can be neglected when its concentration does not exceed $2\sim 10\text{ mg/L}$. Therefore, the streaming current control method for coagulant dosage can be used in the water resource that is polluted by oil-pollutant under the experimental condition.

Key words: oil pollutant; water treatment; streaming current(SC)

收稿日期: 2003-12-29; 修订日期: 2004-02-20

基金项目: 国家博士后科学基金资助项目(LRZ95004)

作者简介: 刘宏远(1971-), 男, 辽宁省辽中人, 工学博士, 主要从事市政与环境工程研究。

0 引言

近年来,自来水厂和污水厂的自动化控制日趋重要性和先进性,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(提高出水水质前提下,又能节省处理费用),在水处理混凝控制中更是有着广泛的应用^[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。但伴随着石油业和运输业等的高速发展,给水水源受到油类物质的污染也日益普遍和严重,所以研究认识油类污染物的数量及种类对流动电流的变化规律、检测灵敏度、控制系统给定值的影响情况,对于水的混凝及混凝控制有着重要意义。因为这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的水源水。而有系统性地报道该方面的论文尚不多见,对此本文首次将流动电流混凝投药控制系统应用于受含油废水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

采用混凝试验。取 5 L 水样于体积为 55 L 的容器中,对水样连续搅拌,分别向其中投加不同剂量的混凝剂,快速混合 1 min,慢速反应 15 min,静沉 10 min,除常规烧杯试验的操作程序和测试内容外,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。

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取自含油废水处理系统中的浮选池出口和沉淀池出口的水样,配成受油类污染的原水,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含油废水污染水源水的典型。前者油的颗粒尺寸较粗且含油量较高,后者正好相反。污染物含量以含油量为指标。混凝剂采用聚合氯化铝。试验水样浊度分别为 14 NTU 和 120 NTU 两种,分别代表低浊和高浊水样。

2 结果与讨论

以原水浊度为 14 NTU 的含油类物质的水样为例进行详细说明。

2.1 受油类污染水对流动电流变化规律的影响

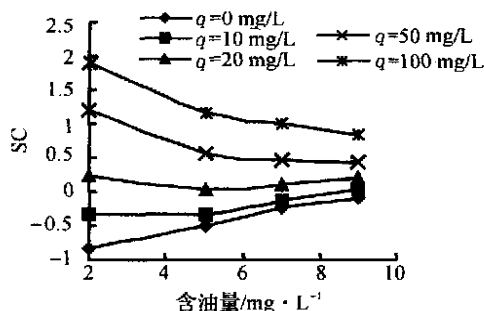


图 1 SC 与含油量关系曲线(较细颗粒)

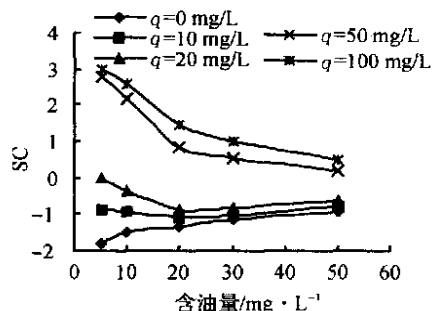


图 2 SC 与含油量关系曲线(较粗颗粒)

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,且变化趋势与无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。但是油类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油类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。

然而, 进行进一步对比分析表明: 取自浮选池出口的油类污染物对流动电流的影响相对较小。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。说明不同油类物质的组成对流动电流的影响是不一样的, 相同含油量情况下, 颗粒较细的油类物质影响更大。这可能是因为小颗粒油粒更易吸附于流动电流检测器探头表面, 对检测造成的干扰较大。

通过上述试验, 证明在油类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。

2 2 受油类污染水对流动电流检测灵敏度的影响

上述表明油类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, 以检测分辨率(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。分辨率 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3~6)表明, 两种水质对分辨率的影响规律基本一致: 随着含油量的增加, 流动电流检测器的 f 值增加, 这是由于污染水体中的油类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。但是在油类物质含量小于 $2\sim 5\text{ mg/L}$ (视油类颗粒尺寸大小而定)时, 流动电流检测系统的分辨率和相对分辨率(f/q)均与未受污染水体的分辨率接近^[5](分别为 $f = 2\sim 5\text{ mg/L}$, $f/q < 10\%$)。

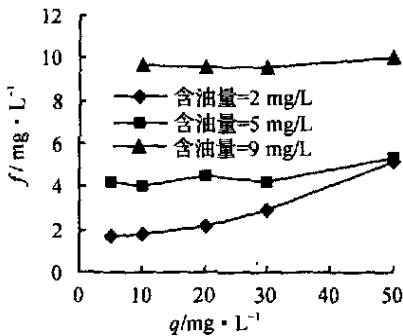


图 3 分辨率 f 与 q 关系曲线(较细颗粒)

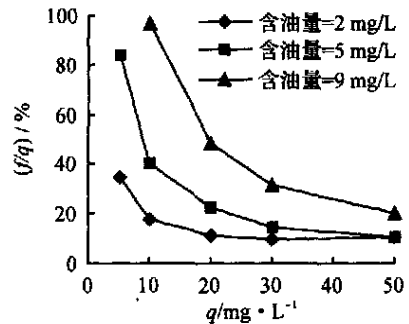


图 4 相对分辨率 f/q 与 q 关系曲线(较细颗粒)

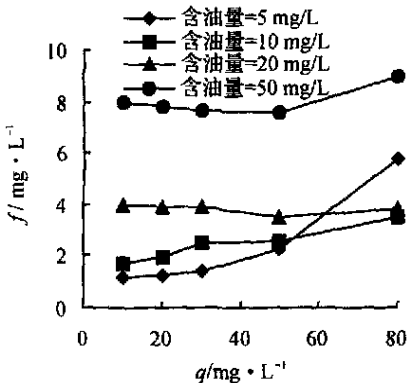


图 5 分辨率 f 与 q 关系曲线(较粗颗粒)

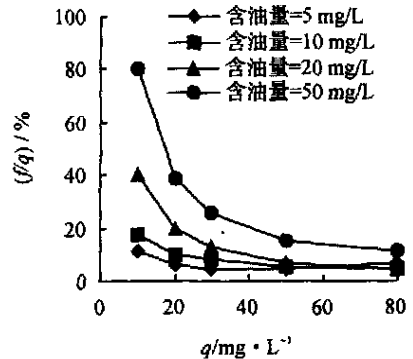


图 6 相对分辨率 f/q 与 q 关系曲线(较粗颗粒)

2.3 受油类污染水对流动电流控制系统给定值的影响

给定值是反馈控制系统的基本参数,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 是相应于一定沉后水浊度下试验得到的给定值变化等值线,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。从图中可知含油污染物的存在使流动电流给定值显著增加,曲线变化率较大。这说明油类污染物的存在给混凝工艺确实造成了一定的影响,改变了流动电流混凝投药自控系统的特性。这可能是由于含油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,再加上油类物质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 -0.05 不变,则当含油量由 4 mg/L 增加到 6.5 mg/L 时,沉淀水浊度将由 5 NTU 增加到 9 NTU ,导致控制误差。

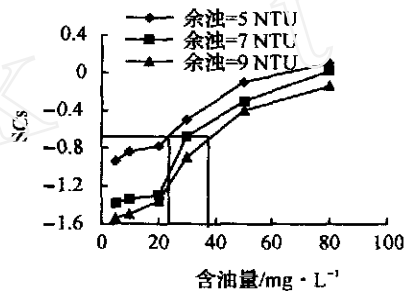
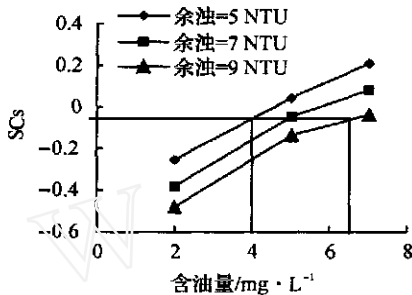


图 7 给定值 SC_s 与含油量关系曲线(较细颗粒) 图 8 给定值 SC_s 与含油量关系曲线(较粗颗粒)

对比图 7 与图 8,颗粒较细小的油类物质水样中,单位含油量变化所引起的流动电流给定值及投药量的变化相对较大,亦即对给定值的影响更大。它们对水中胶体杂质的保护作用、对流动电流的干扰和对混凝的影响都大于颗粒较粗的油类物质。同时,可以注意到,无论受何种油类物质,尽管给定值有一定的变化,但流动电流总是对水质的变化、投药量的变化有灵敏的响应的。

上述现象说明,在受油类物质污染的情况下,流动电流混凝控制系统的给定值应随含油量的变化而变化,因此采用常规的定值控制系统会带来一些控制误差。但若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 120 NTU 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。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,但相对于油类污染物,浊度的影响较小,可忽略不计。

3 结 论

所涉及的两种含油废水污染的原水,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,而且油类污染物的存在给混凝工艺造成了一定的负担,随着污染物浓度的增加,投药量需明显增加。污染物种类、组成成分是一主要影响因素,细小颗粒油类物质对流动电流控制系统的影响要大于粗大颗粒油类物质。然而在油类物质浓度不超过 $2 \sim 5 \text{ mg/L}$ (作为给水水源的实际天然原水中,油类污染物的浓度不会超过该试验范围)时,流动电流检测的灵敏度与未受污染水体基本接近,对混凝剂投加量的变化仍能作出良好的响应,从而进行有效控制。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。浊度的升高同样会使流动电流强度降低,但相对于油类污染物,浊度的影响较小,可忽略不计。当然,上述结论是在实验室条件下得出的,还需在生产上进一步的检验。

(下转第 469 页)

为了保证型钢受压翼缘屈服, 所求的 x 值应满足下列要求: 利用平截面假定, 可以求出受压翼缘屈服时的最小受压区高度。由

$$\frac{\frac{x}{0.8} - \delta h_0}{\frac{x}{0.8}} = \frac{\sigma_a}{0.003}$$

得到: 当型钢为 Q 235 时, $x \geq 1.23\delta h_0$; 当型钢为 Q 345 时, $x \geq 1.63\delta h_0$ (18)

在钢筋混凝土柱中一般的配钢量都比较大, 纵筋按照构造配筋, 所以可以不必要验算最小配钢量。

对于 Q 235 工况, 当不满足 (18) 式时, 且满足 $0.8\delta h_0 \leq x \leq 1.23\delta h_0$, 说明受压型钢的翼缘不屈服, 同钢筋混凝土柱一样, 不考虑受压翼缘的作用, 这样为简化计算, 仍然取部分受压腹板的应力为其抗压强度设计值, 这样误差不会很大。

表 3 试验结果同计算值的比较

试 件	实验结果值	计算值	误差/%
SRC-1 4-0 1	710kN	746	5.07
SRC-1 8-0 1	654kN	673	2.91

4 小 结

利用给定的计算公式计算得到的极限承载力, 并同试验值进行比较, 见表 3。结果表明, 利用钢筋混凝土柱的极限强度理论和平截面假定推导型钢混凝土柱的极限承载力计算公式, 公式是实用可行的。

参考文献:

- [1] 陈瑞生. 型钢混凝土受压柱试验研究[D]. 上海: 同济大学结构工程与防灾研究所, 2002
- [2] (JGJ138-2001, J130-2001) 型钢混凝土组合结构技术规程[S]
- [3] 叶列平. 劲性混凝土偏心受压中长柱的试验研究[J]. 建筑结构学报, 1995, 16(6), 45- 51

(责任编辑: 翁爱湘)

(上接第 450 页)

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的应用[J]. 中国给水排水, 1999, 15(7): 24- 26
- [2] Liu J C, Wu M D. Fuzzy control of coagulation reaction through streaming current monitoring [J]. Water Science Technology, 1997, 36(4): 127-134
- [3] Steven K Dentel, Mohammad M Abu-Orf, Christopher A Walker. Optimization of slurry flocculation and dewatering based on electrokinetic and theological phenomena[J]. Chemical Engineering Journal, 2000, 80: 65-72
- [4] 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
- [5] 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
- [6] 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

(责任编辑: 翁爱湘)