

# 有机污染物对流动电流检测灵敏度的影响研究\*

张燕

崔福义

(浙江大学土木系,杭州 310027)

(哈尔滨工业大学市政环境工程学院,哈尔滨 150090)

**摘要** 进行了将流动电流混凝投药自动控制系统应用于4种受污染水源水的试验,研究了该系统检测灵敏度受污染物的影响情况。试验结果表明污染物的存在使流动电流的检测灵敏度降低,污染物的组成成分和浓度等都是影响灵敏度的主要因素,但是流动电流与投药量的相关性仍然存在。在 $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 不超过10 mg/L或油类物质浓度 $<2 \sim 10$  mg/L时,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 灵敏度 流动电流

## 1 引言

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着广泛的应用<sup>[1~3]</sup>。研究认为流动电流在各种水质条件下的检测灵敏度,对于水的混凝及混凝控制有重要意义。流动电流检测器对某种物质检测灵敏度实际上是该物质对其探头表面荷电特性影响程度的具体反映。研究表明<sup>[4]</sup>,在水处理混凝过程中,无污染或污染很轻微的水源中,常规投药量下的分辨值在 $2 \sim 5$  mg/L以下,相对分辨值小于 $5\% \sim 10\%$ 。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混凝投药控制系统的检测灵敏度的影响如何,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。对此进行了专门的研究。

## 2 试验方法

混凝试验在盛有5.5 L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,建立流动电流检测器分辨值与投药量之间的相应关系,以此分析在受污染水源水中,流动电流检测灵敏度的变化规律。人工配制试验水样: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管的污水、屠宰废水、2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代表,用以模拟受污染的天然原水。前2种水样有机物含量以高锰酸盐指数( $\text{COD}_{\text{Mn}}$ )为指标,后2种水样则以含油量为指标。混凝剂采用聚合氯化铝。试验水样浊度分别

为14NTU和120NTU 2种。

## 3 试验结果与分析

### 3.1 受生活污水污染水源水的流动电流检测灵敏度

流动电流检测灵敏度以投药量分辨值为指标,即使流动电流检测值产生 $\pm 0.1$ 个单位变幅所对应的投药量。分辨值 $f$ 越小,表明流动电流越灵敏地反映药量的变化,即灵敏度越高。由此定义有:

$$f = \frac{0.1}{k}$$

式中  $f$ ——分辨值 mg/L;

$k$ ——流动电流-投药量关系曲线的斜率  
L/mg。

在实际生产中,对于一个特定的水源,有机物浓度不可能在短期内大幅度地变化。事实上,在很长的一段时期内,有机物浓度只是在一个较稳定的数值上作微小改变的,所以考察一定有机物浓度下,检测器对混凝剂量的分辨值的变化情况,在一定程度上也就反映了流动电流检测器能否正常应用。

受生活污水污染水样的试验结果如图1、图2,结果表明,当 $\text{COD}_{\text{Mn}}$ 为5 mg/L、10 mg/L时,其检测器灵

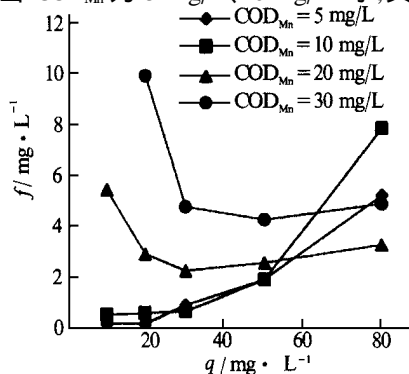
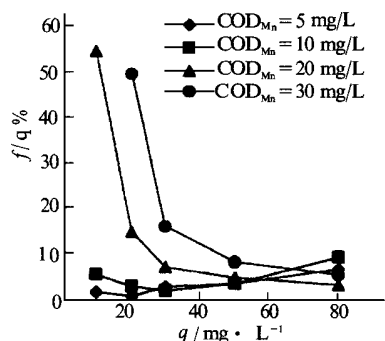


图1 分辨值 $f$ 与 $q$ 关系曲线(生活污水污染)

\*国家博士后科学基金资助项目(LRZ95004)

图2 相对分辨值  $f/q$  与  $q$  关系曲线(生活污水污染)

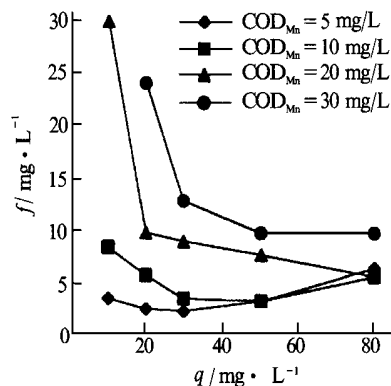
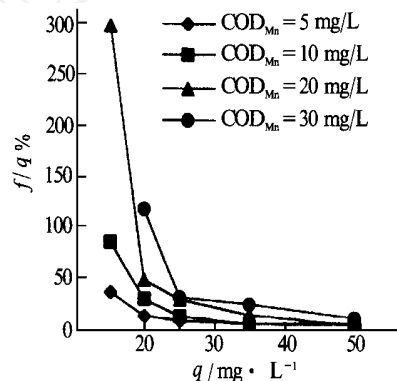
敏度很好,分辨值  $f$  很小(尤其是在低投药量下),与常规水体的检测灵敏度相接近。随投药量的增加,分辨值  $f$  先变化缓慢,然后随着  $q$  增加(在本试验中  $q > 50 \text{ mg/L}$  时), $f$  值显著增加。水中原有混凝剂的存在量对 SCD 的响应灵敏度产生影响,这是由于已有混凝剂对新投入混凝剂在改变 SC 值方面的抑制作用。然而烧杯试验表明<sup>[5]</sup>, $\text{COD}_{\text{Mn}}$  为 5 mg/L、10 mg/L 沉后水浊度为 5 度时最佳投药量分别为 20.6 mg/L、30.8 mg/L,在此投药量下的流动电流检测器的分辨值均小于 1 mg/L,检测灵敏度很高,控制精度良好,所以在  $\text{COD}_{\text{Mn}}$  10 mg/L 下的水体中,流动电流混凝自动投药控制系统完全可以适用。

随  $\text{COD}_{\text{Mn}}$  增加, $f$  值不再是随投药量的增加单调增加, $f$ - $q$  关系曲线呈现类似开口向上抛物线形状,并且随着  $\text{COD}_{\text{Mn}}$  的增加灵敏区域的极值点往右上方移动。这是由于,一方面有机物的存在,影响了水中胶体杂质的混凝特性,造成混凝困难,使分辨值随着投药量的增加而下降;另一方面由于混凝剂自身的抑制作用使分辨值随着投药量的增加而升高。但可注意到在  $\text{COD}_{\text{Mn}} > 10 \text{ mg/L}$  的水样中,曲线最低点的  $f$  值仍然较大,且随  $\text{COD}_{\text{Mn}}$  的增加,其对应的投药量也增加,这将给混凝工艺造成很大的负担,所以此时流动电流控制系统的应用将受到限制。

### 3.2 受屠宰废水污染水源水的流动电流检测灵敏度

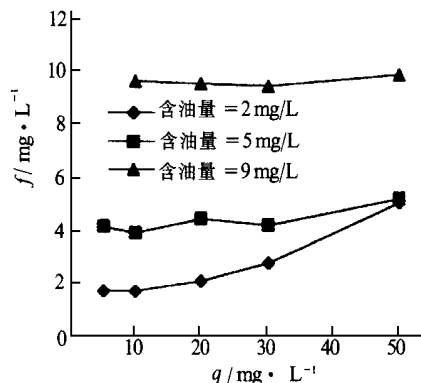
受屠宰废水污染的水源水对流动电流检测器灵敏度影响规律(图3、图4)同受生活污水污染的水源水的影响规律类似。在  $\text{COD}_{\text{Mn}}$  小于 10 mg/L 时,在检测器响应灵敏度较高的区域内,其  $f$  值的大小同正常无污染水体下的  $f$  值(2~5 mg/L 以下)基本接近,但其相对分辨值却相对较大;而在  $\text{COD}_{\text{Mn}}$  较高的情况下(20 mg/L),检测器的  $f$  值与相对分辨值均较大,检测器的控制精度严重下降,而且灵敏度较高区域内所

对应的相对分辨值及投药量均比相应的受生活污水污染的大。这说明不同的受污染水体,影响程度是不一样的。

图3 分辨值  $f$  与  $q$  关系曲线(屠宰废水污染)图4 相对分辨值  $f/q$  与  $q$  关系曲线(屠宰废水污染)

### 3.3 受石油废水污染水源水的流动电流检测灵敏度

考虑到不同处理工艺阶段出口的污水中所含物质种类、数量不同,对流动电流检测器灵敏度影响可能不同,所以分别对沉淀池出口(较细颗粒)和浮选池出口(较粗颗粒)的水样进行了试验分析。

图5 分辨值  $f$  与  $q$  关系曲线(较细颗粒)

结合图5、图6和图7、图8可以看到:受浮选池出口含油废水污染的水对流动电流检测器分辨值影响规律与受沉淀池出口水污染的影响规律基本一致,

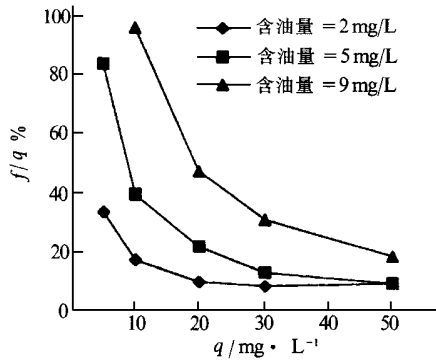


图6 相对分辨值  $f/q$  与  $q$  关系曲线(较细颗粒)

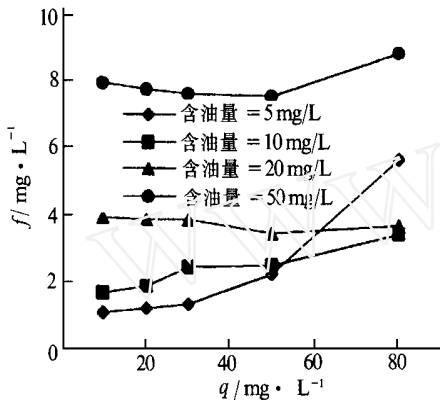


图7 分辨值  $f$  与  $q$  关系曲线(较粗颗粒)

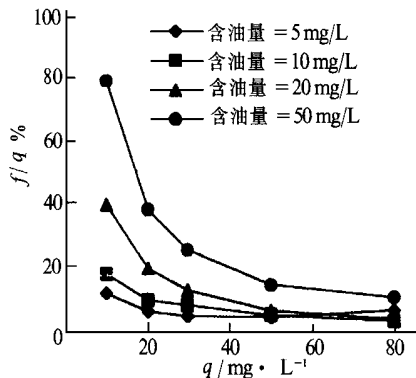


图8 相对分辨值  $f/q$  与  $q$  关系曲线(较粗颗粒)

随着含油类的增加,灵敏区域所对应的相对分辨值和投药量都增加,只是后者对流动电流检测器的灵敏度影响程度较大。例如沉淀池出口含油废水含油量在 5 mg/L 以上时,其分辨值  $f$  值就大于 4 mg/L,而在浮选池出口的含油废水在含油量为 20 mg/L 时才达到该数值;而且当流动电流检测器分辨值  $f$  为 10 mg/L 以上时,沉淀池出口含油废水的含油量只有 9 mg/L,浮选池出口的含油废水的含油量则可高达 60 mg/L。这主要是由于不同水体的组成成分不同,油的粒径大小不同所造成的。小颗粒的油粒易吸附于探头表面,

对流动电流检测的干扰较大,而在相同的含油量下,浮选池出口的水体中小颗粒油粒所占的比例要比沉淀池出口的小得多,所以对 SCD 的干扰就小,表现为相同投药量下,流动电流的改变值就大,SCD 的灵敏度高。而当含油量大于 2 ~ 10 mg/L (随油类物质颗粒尺寸而变)时,分辨值较大,流动电流控制系统的精度受到严重影响,控制精度很低,灵敏度差,其应用受到限制。

#### 4 结论

流动电流技术在水处理中是利用流动电流测量值的相对变化,流动电流检测灵敏度的大小是一关键参数。通过上述试验,证明在有机污染物存在的条件下,尽管其对流动电流的检测产生干扰,流动电流检测器的灵敏度下降,但仍存在一检测灵敏区域,对混凝剂的投加能作出响应。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 10 mg/L 或油类物质浓度不超过 2 ~ 10 mg/L (随油类物质颗粒尺寸而变)的情况下(多数受污染水源水符合这一条件),流动电流的响应有较高的灵敏性,流动电流混凝投药自动控制系统完全适用。

#### 参考文献

- 崔福义,李圭白.流动电流混凝控制技术在我国的应.中国给水排水,1999,15(7):24~26.
- J. C. Liu and M. D. Wu. Fuzzy control of coagulation reaction through streaming current monitoring. *Water Science Technology*, 1997, 36(4): 127~134.
- Steven K. Dentel, Mohammad M. Abur-Orf, Christopher A. Walker. Optimization of slurry flocculation and dewatering based on electrokinetic and rheological phenomena. *Chemical Engineering Journal*, 2000, 80:65~72.
- 崔福义,李圭白.流动电流及其在混凝控制中的应用.哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,1995.
- 张燕,崔福义.有机污染物对流动电流控制系统给定值的影响.浙江大学学报(农业与生命科学版),2002,28(1):98~101.

第一作者 张燕,女,1971年4月出生。1997年毕业于哈尔滨建筑大学市政与环境工程学院市政工程专业,获工学硕士学位。现在浙江大学工作,讲师,在读环境工程博士研究生,主要从事市政与环境工程方向的教学与科研工作。

## FEATURES OF CEMENT PROCESS ..... Liu Long (54)

**Abstract** This article introduces a new working process under the features of cement process ,which uses industrial waste residue instead of high quality cement clinker as non-clinker seed crystal ,ardealite instead of natural gypsum as mineralizer and retarder ,and wet fly ash ,gangue and coal cinder as mixtures for cement to produce an ordinary portland cement of grade 425. It can well meet National Standard 175-92 and has achieved great economic and social benefits.

**Keywords** cement process , non-clinker seed crystal ,slags ,ardealite ,gangue ,wet fly ash and coal cinder

## STUDY ON SYNTHESIS OF UNSATURATED POLYESTER (UP) RESIN WITH DACRON WASTE ..... Zhu Jingxin *et al* (56)

**Abstract** By using dacton waste as raw materials ,through alcoholysis and polycondensation ,UP resin is synthesized in this paper. The effects of reactive temperature ,reactive time ,the ratio of reactive substances and the content of styrene in mixture on the reaction and resin properties were investigated ,the favorable reactive condition was found. The results show that the UP resin properties are better than No. 191 resin and this method can reduce the production cost of UP resin and obtain economic and social benefits.

**Keywords** Dacton waste , unsaturated polyester resin , alcoholysis and polycondensation

## STUDY ON NEW MANUFACTURE TECHNOLOGY OF LIQUID FUEL FROM WASTE PLASTICS ..... Yuan Xingzhong *et al* (59)

**Abstract** Focusing on several problems existing in the manufacture of fuel oils from the cracking of waste plastics ,this paper studies the catalytically cracking action of the self-made catalyst YNN and the molecular sieve catalyst PPA (made in U. S. ) by using the improved fluidized bed as the reactor. Some influential factors such as the reaction temperature and catalyst dosage on the reaction process and production are discussed. The optimal reaction conditions are determined. Based on these conditions ,a pilot test is carried out by using mixed waste plastics. The obtained liquid fuels from the test can meet the related national standards.

**Keywords** fluidized-bed ,waste plastics ,catalytic cracking and liquid fuels

## RESEARCH ON EFFECT OF ORGANIC POLLUTANTS ON DETECTION SENSITIVITY OF STREAMING CURRENT ..... Zhang Yan *et al* (61)

**Abstract** In this paper ,an experimental study was carried out through four kinds of water that were polluted and the effect on the precision of streaming current control system by the pollutants was researched. The results showed that the relationship between SC and coagulant dosage was still existed under the experimental condition. But the pollutant in the water affected the precision of streaming current control system ,it decreased the precision of streaming current control system ,and the effect degree of the pollutant related to the kinds of the pollutant and the concentration of the pollutant. However ,the effect was not notable when  $COD_{Mn}$  of the water resource was no more than 10 mg/L or the concentration of oil was less than 2 ~ 10 mg/L ,so the streaming current control method for coagulant dosage could be used for the water resource which was polluted by organic pollutants under the experimental condition.

**Keywords** organic pollutant ,feed water treatment ,sensitivity and streaming current

## APPLICATION OF THE FISHER METHOD IN THE OPTIMIZATION OF ATMOSPHERIC ENVIRONMENTAL MONITORING SITES ..... Guo Yuwen (64)

**Abstract** The Fisher method has been applied to the optimization of atmospheric monitoring sites. Result indicates that the method has the advantage of convenience ,avoiding many manmade factors and also reflects that the sites optimized are entirely representative.

**Keywords** the fisher method ,atmosphere environment ,sites ,optimization and application

## A GREY ASSESSMENT MODEL OF REGIONAL ECO-ENVIRONMENT QUALITY AND ITS APPLICATION ..... Hao Yonghong *et al* (66)

**Abstract** In this paper ,a gray assessment method is applied to the regional eco-environment quality evaluation. Values of assessment indexes are divided into three classifications—high ,medium and low. The weight coefficients that objects belong to the classifications are calculated. Weight sums are calculated to weight coefficients that have the same index category. Then comprehensive weight coefficient matrix of objects is acquired. According to the matrix ,triangular coordinates figure is charted and the regional eco-environment quality ranks are classified.