

透光率脉动检测技术评价混凝剂的混凝效果^{*}

孙连鹏¹, 聂锦旭², 王顺强¹

(1. 中山大学环境科学系, 广东 广州 510275; 2. 广东工业大学建设学院, 广东 广州 510090)

摘要: 介绍了一种评价混凝效果的新方法——透光率脉动检测法, 并以不同浊度的高岭土悬浊液为研究对象, 投加3种不同剂量的混凝剂(硫酸铝、聚合氯化铝、高分子有机絮凝剂HCA), 通过PDA2000检测仪对混凝效果的检测, 以R指数评价不同混凝剂在多种浊度水样中的混凝效果。结果表明, 透光率脉动检测技术是一种检测混凝性能的可靠方法。

关键词: 混凝效果; 水处理; 透光率脉动; 自动投药

中图分类号: U991 **文献标识码:** A **文章编号:** 0529-6579 (2002) 02-0103-03

混凝效果的好坏直接影响着后续沉淀和过滤工艺的处理效果, 因此是整个水处理工艺中最重要的环节之一。在处理工艺不变的条件下, 混凝剂的类型以及混凝剂的投加量直接影响混凝效果。因此, 如何评价每种混凝剂在不同水质中的混凝效果以及确定每种混凝剂的最佳投药量将具有重要的意义。

透光率脉动检测技术是一种光学检测方法, 它利用透过流动悬浮液的光强度的脉动值来反映混凝效果。透过光的强度随着流动悬浮液内的颗粒浓度和光学特性的变化而变化, 将透过光强度脉动值的均值与平均透过光强度作比值, 得到检测值R, R与颗粒大小有关, 悬浮液颗粒的混凝效果将定量地反映在R值上, 通过R值可以评价混凝剂的混凝效果, 确定最佳投药量。在这里将R值称为混凝的R指数。

1984年Gregory等^[1]首次将透光率脉动检测技术应用于水的混凝研究中, 随后又有许多学者将其应用于污泥脱水、絮凝体尺寸检测、混凝动力学、混凝剂投加自动控制等方面的研究^[2-5]。本文将透光率脉动检测技术应用于混凝实验中, 以R指数评价3种混凝剂在不同浊度水样中的混凝效果。

1 材料与方法

1.1 水样及混凝剂制备

用自来水浸泡高岭土24 h, 配制成浊度为1 000 NTU的标准母液, 实验时根据所需水样浊度(实验采用的水样浊度为20, 100, 200 NTU), 取出一定量母液进行稀释。试验所采用的3种混凝剂分别为: 硫酸铝、聚合氯化铝和阳离子有机高分子混凝剂二甲基二烯丙基季胺盐(简称HCA)。

1.2 实验方法

实验采用英国生产的PDA2000 (photometric dispersion analyser) 透光率脉动检测仪, 实验装置安装见图1所示。

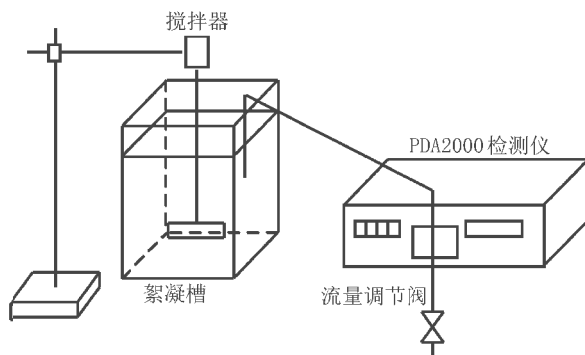


图1 实验装置安装示意图

Fig 1 Schematic diagram of experimental equipment setup

絮凝槽为150 mm×120 mm×200 mm的矩形槽, 水样体积2 L, 搅拌桨尺寸为80 mm×13 mm, 距槽底50 mm, 快速搅拌300 r/min, 搅拌1 min, G值为900 s⁻¹, 然后慢速搅拌80 r/min, 搅拌9 min, GT值为1.4×10⁴。取样管直径为3 mm, 放置在絮凝槽内液面下30 mm处取样, 反应后的水样经取样管流过PDA2000检测仪, 管内流速为0.06 m/s。

实验采用如下步骤:

(1) 开机30 min后对PDA2000进行初始化调节: 将蒸馏水流过取样管, 通过调节DC增益使DC输出为10.0 V, 然后在取样管中流过20 NTU的水样(不加混凝剂), 通过调节rms增益使R指数为0.5左右。

(2) 分别向水样中投加不同剂量的3种混凝剂, 快速搅拌300 r/min, 搅拌1 min, 然后慢速搅

^{*} 收稿日期: 2001-10-23

基金项目: 中山大学青年教师科研启动基金资助项目

作者简介: 孙连鹏(1973—), 男, 讲师, E-mail: watersman@sina.com

拌 80 r/min, 搅拌 9 min。

(3) 使水样流过检测仪, 记录 R 值, 然后停止搅拌, 静置沉淀 20 min, 在液面下 50 mm 处取样测定沉后水余浊。

(4) 改变水样浊度为 100 和 200 NTU, 重复以上步骤。

2 结果与讨论

2.1 最佳投药量

(1) 硫酸铝: 在 20NTU 的高岭土悬浮液中 R 指数随着药剂投加量的变化规律见图 2a, 图中也包含了混凝沉淀后的余浊变化情况。

从图中可以看出, 随着混凝剂投加量的增加, R 指数从最初的 0.5 增加到最大值 3.0 然后逐渐下降, 最后稳定在 1.0 左右, 最大的 R 指数对应着最低的沉后水余浊。对于 100、200NTU 浊度的水样, R 指数与沉后水余浊之间也具有相同的关系 (文中暂不列出), 可见, R 指数与沉后水浊度、混凝剂投加量之间具有良好的相关性, R 指数反映了硫酸铝的混凝效果。

(2) 聚合铝: R 指数、聚合铝投加量与沉后水浊度之间的关系与硫酸铝相似, 水样浊度为 20 NTU 时的关系图见图 2b (100, 200 NTU 的水样具有相同的关系, 文中暂不列出)。从图中可以看出, 随着聚合铝投加量的增加, R 指数很快出现了一个最大值, 同时沉后水余浊也随混凝剂投加量的增加而迅速降低, 其最低值与最大的 R 指数相对应。从图中还可以看出, 在 R 指数达到最大时的聚合铝投加量与相对应的硫酸铝投加量基本一致, 达到最大 R 指数时, 所需 7.0 mg/L 硫酸铝 (以 Al_2O_3 计) (见图 2a), 6.0 mg/L 聚合铝 (以 Al_2O_3 计) (见图 2b), 但聚合铝的 R 指数最大值为 6.90, 远大于硫酸铝的 R 指数 (3.0), 表明这时的聚合铝絮凝体具有更粗大的粒径, 并且聚合铝对应的 R 指数最大值时的余浊也比硫酸铝低, 表明聚合铝比硫酸铝具有更好的混凝效果。Dentel 等人指出聚合铝的胶体颗粒拥有相对高的面积与体积比, 因此, 在通过电中和作用中和

了大部分的负电荷之后, 覆盖有聚合铝胶体的颗粒表面仍可以提供位置进行颗粒的进一步凝聚, 这使得在饱和之前颗粒尺寸随着混凝剂投量的增加而持续增长^[9]。在实际运行中, 相同投加量的聚合铝的混凝效果要优于硫酸铝^[7]。

(3) HCA: 采用与硫酸铝相同的方式研究 HCA 在 20, 100, 200 NTU 下的混凝状况, 其中 20 NTU 水样下的 R 指数、投药量、沉后水余浊之间的关系见图 2c (100, 200 NTU 水样的实验结果相似, 数据不列出)。

从图 2c 中可以看出, 随着投药量的增加 R 指数不断变大, 并出现一最大值, 最大的 R 指数对应着最低的沉后水浊度, 而后, 随着投药量的进一步增大, R 指数由最大值迅速下降, 相应的沉后水余浊急剧升高, 这是由于过量投加会使吸附架桥达到饱和, 过剩的絮凝剂有破坏颗粒吸附架桥的趋势, 这将导致随着混凝剂投加量的增加, 颗粒尺寸逐渐减小, 沉后水余浊逐渐增加。可见, 在实际生产中, 以上 3 种混凝剂的最佳投量应选取在形成最大 R 指数之前。

2.2 颗粒沉降性能与沉后水浊度的关系

表 1 列出了在不同原水浊度条件下, 投加 3 种混凝剂时所形成的最大 R 值, 以及最大 R 值所对应的沉后水余浊。很显然, 在各种不同的浊度条件下, 聚合铝絮凝体具有最大的 R 值, 这说明在混凝过程中, 投加聚合铝形成的絮凝体较其它两种絮凝体具有更大的尺寸, 更好的沉降性能, 采用聚合铝进行混凝时最大的 R 指数对应的沉后水余浊小于相对应的硫酸铝和 HCA。从表中还可以看出, 20 NTU 时, HCA 所形成的絮凝体尺寸小于硫酸铝形成的絮凝体尺寸, 而在 200 NTU 时, 情况正好相反。这主要是由于, 在低浊度条件下, 水中具有较少的胶体颗粒, 有机高分子絮凝剂多余的长链不能吸附到足够多的颗粒, 只能缠绕在少数颗粒的表面, 致使形成的絮凝体尺寸较小, 随着水样浊度的升高, 有机高分子絮凝剂的吸附架桥功能逐渐增强, 形成的絮凝体尺寸逐渐增大^[8]。

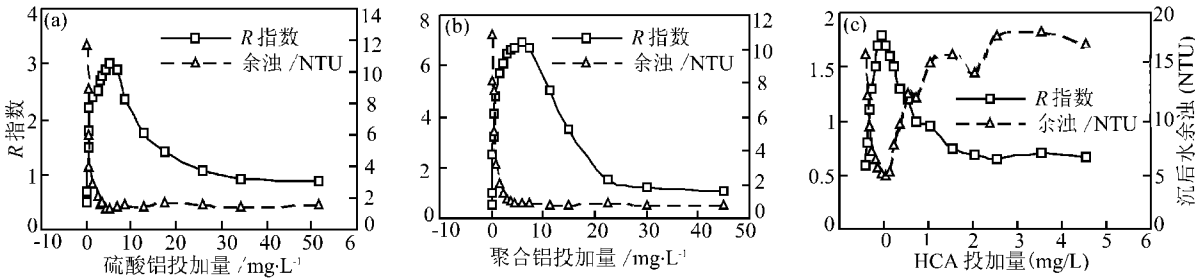


图 2 硫酸铝 (a), 聚合铝 (b) 和 HCA (c) 投加量与 R 指数、沉后水余浊之间的关系 (20 NTU)

Fig. 2 R curve corresponding to the residual turbidity with varying alum (a), PACL (b) and HCA (c) dosage in 20 NTU

表 1 不同原水浊度下 3 种混凝剂的
最大 R 指数与相应的沉后水余浊关系

Tab 1 The maximum of R -index and corresponding residual turbidity with three different coagulants at different turbidity

水样浊度 NTU	硫酸铝		聚合铝		HCA	
	R	余浊 NTU	R	余浊 NTU	R	余浊 NTU
20	3.00	1.4	6.90	0.9	1.80	5.1
100	3.51	5.4	7.21	1.4	3.68	9.8
200	3.75	7.9	7.93	3.2	4.53	8.1

3 结 论

R 指数能反映出颗粒的混凝状态, 通过 R 指数可以对混凝剂的混凝效果进行评价。通过试验表明, 聚合铝形成的絮凝体在颗粒尺寸、沉降性能等方面优于其它两种药剂。透光率脉动检测技术是一种检测混凝性能的可靠方法, 通过 R 指数来控制混凝剂 (硫酸铝、聚合铝、HCA) 投加是可行的。

参考文献:

[1] GREGORY J, NELSON D M. A new optical method for flocculation monitoring. Solid-liquid separation[M] . Chichester: Ellis Horwood, 1984: 172—182.

[2] KAYODE T O, GREGORY J. A new technique for monitoring alum sludge conditioning[J] . Wat Res 1988(22) : 85—90.

[3] JACKSON P J, TOMLINSON E J. Automatic coagulation control-evaluation of strategies and techniques[J] . Wat Supply, 1986(4) : 55—67.

[4] MATSUI Y, TAMBO N. Online floc size evaluation by photometric dispersion analyzer[J] . Wat Supply, 1991(9) : 71—78.

[5] CHING H W. Dynamics of coagulation of clay particles with aluminum sulfate[J] . Env Eng ASCE, 1994(28) : 169—189.

[6] DENTEL S K. Coagulation control in water treatment[J] . Critical Rev In Env Control, 1991(21) : 41—135.

[7] KAEDING U W. A direct comparison between aluminum sulfate and polyaluminum chloride as coagulants in a water treatment plant[J] . Wat Supply, 1992(10) : 119—132.

[8] GREGORY J. Flocculation by polymers and polyelectrolytes // Solid-liquid dispersion[C] . London: Academic Press, 1987: 163—181.

Research on Evaluation of Coagulation Effect by the
Technique of Fluctuation of Transmitted Light

SUN Lian peng¹, NIE Jin xu², WANG Shun qiang¹

(1. Department of Environmental Science, Sun Yat sen (Zhongshan) University, Guangzhou 510275, China;
2. Faculty of Construction, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510090, China)

Abstract: This paper introduces an evaluation method of coagulation effect, taking kaoline suspend liquid of different turbidity as the research object. Three different dosages of coagulation were casted to the liquid, which includes alum, PACl, HCA, and through the PDA2000. The coagulation effect was detected. The R index was used to evaluate the coagulation effect of different coagulation in different turbidity water samples. The results showed that the technique of fluctuation of transmitted light was a good method to evaluate coagulate performance.

Key words: coagulation effect; water treatment; fluctuation of transmitted light; automatic coagulate dosage

(上接第 95 页)

Analysis of the Behavior of the Rafts' Deformation
and Interior Force on Natural Subsoil

ZHONG Wen hua, ZHANG Ke gong, LIU Song yu

(Institute of Goetechnical Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: The characteristic of deformation and interior force of the fafts with different rigidity is analyzed based on the monitored data of the rafts placed on natural subsoil. The results show that the stiffness of the rafts has greater influence on the soil reaction than the elastic modulus of the soil, but the elastic modulus affects the relative bending of the raft to a certain degree. It is also found that, with the construction of the superstructure, the neutral axis of the raft moves upward gradually. The steel stress remains much smaller than the design stress, so it is recommended that the reinforcement ratio of the raft be reduced.

Key words: natural subsoil; raft foundation; characteristic of interior force and behavior of deformation