

一种新的高浊度水絮凝研究方法

于水利 李圭白 章金香

(给水排水教研室) (哈尔滨市自来水公司)

摘要 本文提出了透光脉动检测值法高浊度水絮凝研究方法。该法较传统的以浑液面沉速为指标研究高浊度水絮凝的方法,具有简捷、快速、精度高,可以在线连续检测等特点。

关键词 给水处理;絮凝;高浊度水

分类号 TU991.2

0 前言

过去高浊度水絮凝研究都是以浑液面沉速为指标进行的,但该方法测定时间长,测定过程复杂,尤其当含沙量低时测定的精度差。80年代后期,国外出现了一种透光脉动检测技术,它可以灵敏地检测出浊质颗粒的粒径大小,比较适合用于监测混凝过程。故本文拟尝试将该技术用于监测高浊度水絮凝过程,开发一种新的高浊度水絮凝研究方法。

1 透光脉动光学絮凝检测原理

取样管以一定的流速抽取待测水样,一狭窄光束照射取样管横断面,透过光由光电管接收,见图1。

由于光路内水样中的浊质颗粒数目是随机变化的并可以用泊松分布描述^[1],所以透光强度也是随机变化的,相应的电压信号亦随机波动(检测装置作光电转换),其波动值大小可以反映水样中浊质颗粒数目、大小及其变化。作为表示波动程度大小的指标,检测装置有两个输出值,一是波动电压的均方根(V_R);另一个是 V_R 与相应的直流电压 V (对应平均透光强度)的比值 R 。后一个指标 R 的意义在于它

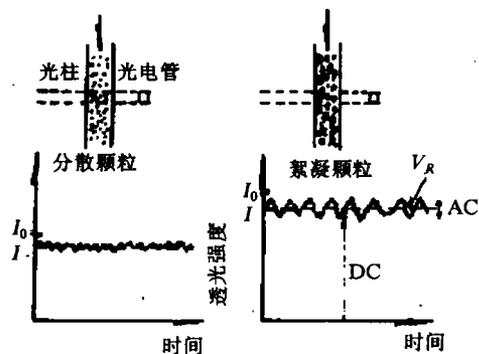


图1 透光脉动光学检测原理

的大小,不受光学表面污染及电子漂移的影响,因为这两项对 V_R 和 V 有相同的影响,比值 R 不变。比值 R 与取样管中浊质颗粒的个数浓度、尺寸及光路内水样体积有关。对

收稿日期:1995-07-05

于水利 男 32岁 讲师 / 哈尔滨建筑大学市政与环境工程系 (150008)

国家自然科学基金资助项目

非单一粒径组成的悬浊液, R 值的表达式^[1]为

$$R = (L/A)^{\frac{1}{2}} (\sum N_i C_i^2)^{\frac{1}{2}} \quad (1)$$

式中: L —— 光路长 cm ;

A —— 光柱的有效横断面面积 cm^2 ;

N_i —— 直径 d_i 的颗粒个数浓度 L/cm^3 ;

C_i —— 直径 d_i 的颗粒光散射截面 cm^2 .

理论上 C_i 可由光散射理论计算, 但除了在某些特定的条件下这种计算是很困难的^[1]. 再加上推求原水浊质颗粒粒径组成的复杂性, 由式(1)定量计算 R 值很困难. 但是用絮凝检测装置 R 值很易测到, 由式(1)可见, 对特定的检测装置而言, L 、 A 是常数, 这时 R 值只与 N_i 、 C_i 有关. 对某原水水样, 浊质颗粒凝聚时, 颗粒数目 N_i 减小, 但粒径增大 (C_i 增大), 这两种变化对 R 值的影响是相反的, 但综合效果仍然是 R 值随颗粒的凝聚迅速增大. 因为颗粒个数浓度的变化比聚集状态的变化对 R 值影响要小得多 (式 1). 即 R 值可以灵敏和有效地反映浊质颗粒的凝聚(絮凝)过程.

2 实验方法简介

高浊度水絮凝是在 $190\text{mm} \times 190\text{mm} \times 250\text{mm}$ 的方槽中进行的^[2], 采用机械搅拌的混合方式, 见图 2. 试验时取 6.8L 水样于絮凝槽中, 用 3mm 取样管自水面下 100mm 处连续取样进行测量. 絮凝检测装置系英国 RANK BROTHERS LTD 出品.

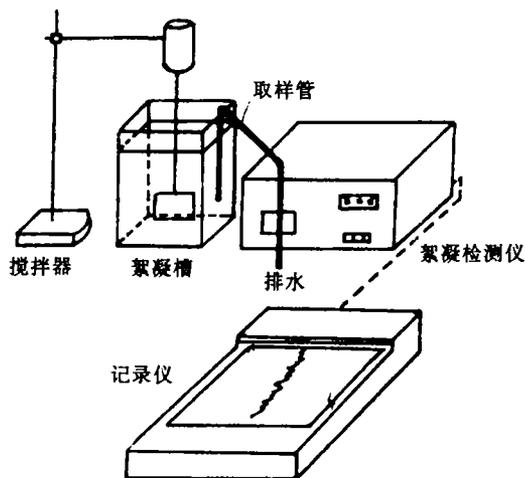


图 2 高浊度水絮凝试验装置

检测值 R 直接在检测装置的数码板上显示, 记录仪同时进行自动记录.

浑液面沉速直接在絮凝槽中测定, 方法是对某高浊度水水样进行絮凝时, 在某时刻停止搅拌, 记下此时 R 值, 同时开始作沉降历时曲线 ($H-t$ 曲线), 求浑液面沉速.

试验水样系哈尔滨市自来水和兰州市自来水公司一水厂辐沉池自然沉淀积泥配制而成。母液含沙量 100.6kg/m^3 , $d_{50}=0.008\text{mm}$, $d_{90}=0.035\text{mm}$, 试验时可根据需要稀释成任意浓度。

絮凝剂系阴离子型聚丙烯酰胺(3#), 水解度 30% 分子量大于 300×10^4 , 兰州白银有限公司生产。配制的浓度 $0.1\%(\text{sw/Lw})$, 投加时可根据需要任意稀释。

3 R值与浑液面沉速的相关性

按上述方法作高浊度水絮凝试验, 同时测定 R 值和浑液面沉速, 控制条件为每组试验只测定最大 R 值及其相应的浑液面沉速。对含沙量为 30, 40, 60, 70kg/m^3 的高浊度水分别进行了试验。相同含沙量通过改变投药量来获得 R_{max} 及其相应的浑液面沉速。试验时 G 值为 46s^{-1} (82rpm)。测试结果见图 3。

结果表明, 含沙量相同的高浊度水, R 值和浑液面沉速正相关, 相关系数 $0.975 \sim 0.998$ 。即 R 值可以有效地反映浑液面沉速大小。含沙量不同时, 相关性变差。因此若想建立浑液面沉速和 R 值的定量关系, 尚需考虑含沙量、水温等其它因素。

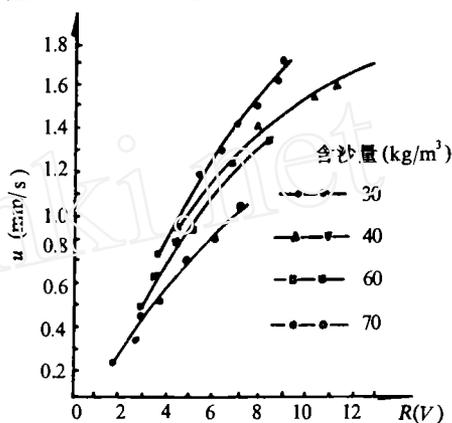


图3 浑液面沉速与 R 值的关系

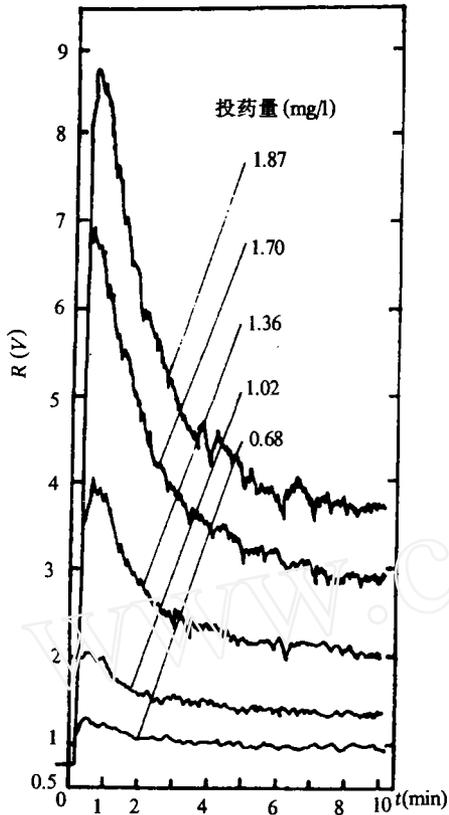
4 絮凝检测装置对不同絮凝条件的高浊度水絮凝过程的监测

高浊度水絮凝, 当投药量超过起剂剂量以后, 在很大投药量范围内, 投药量越大絮凝效果越好, 浑液面沉速越大。图 4(a) 是用絮凝检测装置监测含沙量为 34kg/m^3 , 投药量分别为 0.68、1.02、1.36、1.7、 1.87mg/L 的高浊度水絮凝过程得到的 R 值随絮凝时间变化的情况。试验时水温 13.5°C , G 值 62s^{-1} 。

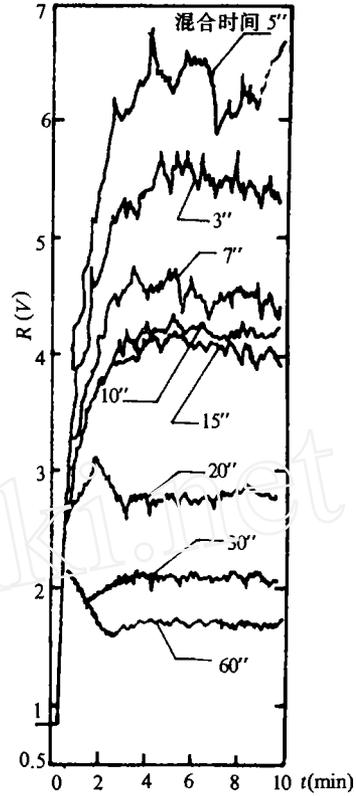
试验结果表明, 投药量愈大, R 值愈大, 说明絮凝程度越高, 这和已取得的结论相吻合。

图 4(b)、(c) 是含沙量为 45.2kg/m^3 , 投药量分别为 1.35mg/L 和 0.88mg/L 的高浊度水絮凝时, 混合时间不同, R 值随絮凝时间的变化情况。试验水样水温 13.5°C 。混合时 $G_1=106\text{s}^{-1}$, 反应时, $G_2=23\text{s}^{-1}$ 。图中试验结果表明, 当混合时间小于 5s 时, R 值随混合时间增长而增大; 当混合时间超过 5s 时, 随混合时间增长 R 值减小。即在其它条件一定时, 高浊度水絮凝存在一个最佳混合时间, 此时得到的絮凝体最大。混合时间太短, 絮凝剂不能在水样中均匀混合, 其絮凝作用不能充分发挥; 反之若混合时间太长, 易把已成长的絮凝体破碎。图 4(c) 的规律和图 4(b) 的规律相似, 只是由于投药量小, R 值相应减小。

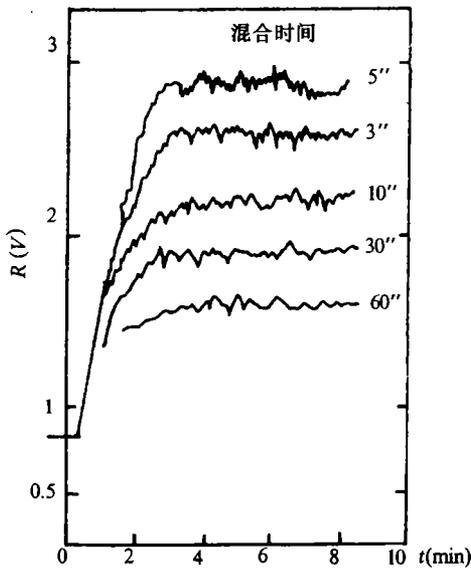
图 4(d) 是在其它条件一定, 改变投药浓度时, 用絮凝检测装置监测高浊度水絮凝过程得到的结果。试验水样含沙量 45.2kg/m^3 。混合时 $G_1=62\text{s}^{-1}$, 混合时间 10s; 反应时



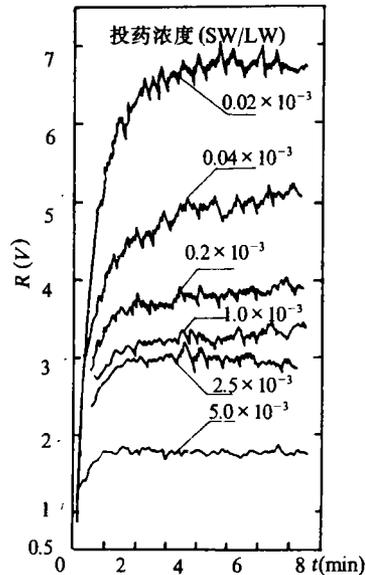
(a) 投药量对絮凝效果的影响



(b) 搅拌条件对絮凝效果的影响(高投药量)



(c) 搅拌条件对絮凝效果的影响(低投药量)



(d) 投药浓度对絮凝效果的影响

图 4 不同絮凝条件高浊度水絮凝过程的监测

$G_2=23s^{-1}$, 3# 投量 2.64mg/L, 水温 14.5°C, 药剂投加浓度 0.5% ~ 0.002%(SW/LW)。

图 4(d) 表明, 相同条件下, 絮凝剂投加浓度愈小, R 值愈大; 反之 R 值愈小。高浊度水中泥沙浓度高, 药剂难分散, 降低药剂浓度后, 药液粘度减小, 药液体积增大, 有利于其在高浊度水中均匀分散, 其絮凝功效发挥充分。对含沙量较小的水样, 药剂投加浓度对 R 值影响较小。上述试验结果与已有结论相吻合。

5 结论

通过对透光脉动光学絮凝检测原理的分析及试验研究, 得到如下结论:

- (1) 因为高浊度水絮凝体颗粒粗大, 故透光脉动絮凝检测装置可以有效监测。
- (2) 相同含沙量的高浊度水, R 值与浑液面沉速具有良好的正相关关系。不同含沙量时, 相关性变差。在建立其定量关系时, 尚需考虑含沙量、水温等因素。
- (3) 透光脉动光学絮凝检测装置可以灵敏地测定出各种因素对高浊度水絮凝效果的影响。检测值 R 是反映高浊度水絮凝程度的一个理想指标。
- (4) 透光脉动光学絮凝检测装置是研究高浊度水絮凝的有效试验装置, 并且其操作简便、快速、可实现在线连续检测。

参 考 文 献

- 1 于水利. 高浊度水絮凝投药控制方法研究: [博士论文]. 哈尔滨: 哈尔滨建筑大学图书馆, 1993.
- 2 许保玖. 烧杯搅拌试验的发展. 中国给水排水, 1985(1): 7~10

A New Research Method of Flocculation of Highly Turbid Water

Yu Shuli Li Guibai Zhang Jinxiang

Abstract This paper presents a new research method for the photometric dispersion detecting of highly turbid water. Compared with the traditional method, it is simple, fast and accurate.

Key words feed water treatment; flocculation; highly turbid water