

聚丙烯酰胺处理高浊度水对流动电流 技术应用的影响研究

范洁 李圭白 石颖 陈忠林

(水工业新技术研究室)

摘 要 通过实验研究了高浊度水经聚丙烯酰胺处理的情况下流动电流的变化规律以及流动电流技术的应用可行性问题。实验结果表明,该技术对此种原水的混凝控制具有良好的效果。

关键词 流动电流; 高浊度水; 聚丙烯酰胺

分类号 TU991.22

随着水处理工艺技术的发展,人们对混凝工艺日趋重视,已将它视为传统净水工艺中最为重要的环节,而准确控制投药则是良好混凝效果的首要前提。另外,尽可能节省混凝药剂的消耗可以降低净水成本,减少净水中铝离子浓度过高对人体健康的影响。因此,混凝投药控制技术成为各国竞相研究的一个热点课题。

根据表面化学理论,固体表面要有选择地吸附溶液中的某些荷电质点以获得电荷,这样就会导致固体表面某种电荷的过剩,并且在附近液相中形成反电荷离子的不均匀分布,从而构成固液界面的双电结构。当液体在固体表面流动时,双电层扩散层中的离子随液体流动,从而产生了固液界面上双电层的电荷分离,并产生流动电流,流动电流与 ζ 电位具有正线性相关,可以很好地反应混凝效果。流动电流技术以其先进性和实用性,已被广泛应用于给水处理混凝工艺过程控制^[1]。但是,已往的研究与应用工作多是在一般地面水源条件下展开的,而对于以高浊度水经过一次沉淀处理的水为原水进行混凝投药控制的研究却很少。本文对在此种条件下,流动电流技术能否正常对混凝投药过程进行有效地控制进行了实验研究,并且通过实验数据加以评价和分析。

1 黄河水的净化处理

黄河是我国泥沙含量最高的河流,也是世界上罕见的多沙河流,年输沙量和年平均含沙量均居世界大江河的首位。黄河泥沙主要是来自中上游的黄土高原地区,而径流则主要来自上游。黄河含沙量的季节性变化很大,黄河高含沙量主要发生在汛期^[2]。黄河水的净化处理往往是先将黄河水进行一次沉淀,使浊度降低到比较低的水平,

收稿日期:1998-02-25

范洁 男 博士生/哈尔滨建筑大学市政环境工程学院(150008)

然后再经过常规工艺进行处理。在黄河高浊度水的预沉淀处理中,常采用部分水解的聚丙烯酰胺属于阴离子型有机高分子絮凝剂,由于其分子量很大,具有良好的吸附架桥作用^[3]。

2 实验研究方案

2.1 实验方法

取经过自然沉淀的黄河水,向其中加入黄河底泥,配制成不同含沙量的高浊度水,然后向其中投加聚丙烯酰胺絮凝剂,使沉淀后水的浊度控制在要求范围内。对沉后水进行混凝搅拌实验,在投药混合后,取出一部分混合后水样来检测流动电流值,另一部分混合后水样继续反应、沉淀,并测定沉后余浊。根据实验结果建立起流动电流值和沉后余浊与混凝剂投加量的关系,由此来评价流动电流值是否与混凝剂投加量和沉后余浊具有相关性。

2.2 实验条件

混凝搅拌实验

一次沉淀处理: 300r/min 快速混合 0.5min, 100r/min 慢速反应 5min, 静止沉淀 20min。

二次沉淀处理: 200r/min 快速混合 1.0min, 60r/min 慢速反应 20min, 静止沉淀 30min。

有机高分子絮凝剂: 阴离子型聚丙烯酰胺 (HPAM)。

混凝剂: 液体三氯化铁, 液体聚合铝。

3 实验结果与分析

3.1 流动电流值与混凝剂投加量的相关性

先配制不同含沙量的高浊度水样, 分别加入相应剂量的聚丙烯酰胺, 经过一次沉淀处理后, 取得符合浊度要求的水样, 见表 1。再向一次沉淀处理后的水样中投加不同剂量的混凝剂, 实验得到对应的流动电流值, 见表 2。

表 1 对高浊度水进行一次沉淀处理后的出水浊度

项 目	水样 1	水样 2	水样 3	水样 4
原水浊度 (NTU)	11000	5700	3000	600
HPAM 投加量 (mg/L)	0.50	0.30	0.20	0.05
沉后余浊 (NTU)	65	40	40	51

表 2 流动电流值与混凝剂投加量的关系

水样 编号	三氯化铁投加量 (mg/L)					水样 编号	三氯化铁投加量 (mg/L)				
	3.0	5.0	10.0	15.0	20.0		3.0	5.0	10.0	15.0	20.0
1	26.5	27.6	29.0	29.7	30.5	3	26.3	27.5	28.6	29.8	30.5
2	26.2	27.4	28.7	29.6	30.5	4	26.0	27.4	28.7	29.5	30.3

从表 2 中的结果可以看出，对于四个水样，随着混凝剂投加量的增加，流动电流值也随之增加，并没有因为水中残留一定量带有负电荷的聚丙烯酰胺而引起对流动电流值的无序干扰。但是，由于流动电流值与混凝剂投加量之间的关系受水质中多种因素的影响，使得二者之间的关系表现出非线性。不过，从总的趋势来看，流动电流值是混凝剂投加量的单增函数，这说明了流动电流值与混凝剂投加量之间具有相关性，应用流动电流值作为混凝投药控制参数是可行的。

3.2 流动电流值与混凝效果的相关性

常规净水工艺是以去除浊度为主要目的，一般在生产上是以沉后余浊作为评价混凝效果、控制混凝剂投加量的指标。在此选择以沉后余浊来表征混凝效果，通过实验，分析流动电流值与沉后余浊的相关性。

表 3 列出沉后余浊和混凝剂投加量的关系。从表 3 中的结果看出，对于四个水样，随着混凝剂投加量的增加，沉后余浊随之降低。将流动电流值与混凝剂投加量、沉后余浊与混凝剂投药量的关系绘成曲线图后，从图中找出对应不同沉后余浊的流动电流值列于表 4 中。根据表 4 中可以看出，沉后余浊与流动电流值之间存在特定的相关性，即随着沉后余浊的增高，流动电流值相应降低。实际中只要给定一个流动电流值就会有一特定的沉后余浊与之对应，从而可以保证水质满足规定的要求。

表 3 沉后余浊与混凝剂投加量的关系

表 4 流动电流值与沉后余浊的关系

水样 编号	三氯化铁投加量 (mg/L)					沉后余浊 (NTU)	水样编号				流动电流 平均值
	3.0	5.0	10.0	15.0	20.0		1	2	3	4	
1	10.7	7.9	4.8	3.4	1.9	3.0	29.8	29.7	29.5	29.8	29.7
2	12.4	8.3	4.7	2.7	2.3	4.0	29.3	29.3	29.0	29.3	29.2
3	11.6	8.5	4.1	3.3	2.1	5.0	28.7	28.8	28.6	28.8	28.7
4	11.7	8.1	5.1	3.3	2.3						

3.3 不同聚丙烯酰胺残余量对流动电流值的影响

实际中对于同一浊度的高浊度水往往会出现投加不同量聚丙烯酰胺的情况，这就会使在沉后水中聚丙烯酰胺的残余量有所不同。在这种情况下流动电流值与混凝剂投加量和沉后余浊之间的关系是否符合上面的规律，将会直接影响流动电流技术的应用，有必要通过实验加以验证。

向 11000NTU 的水样中投加过量的聚丙烯酰胺对高浊度水进行一次沉淀处理，如表 5 所示。通常情况下，一次沉淀处理后水的浊度要求为 70NTU，聚丙烯酰胺投加量为 0.5mg/L 时的沉后浊度已满足要求，那么，聚丙烯酰胺投加量为 1.0mg/L 时，其沉后浊度比投加量为 0.5mg/L 时的要低许多，实际中就属于过量，另外，当聚丙烯酰胺投加量为 2.0mg/L 时，其沉后浊度没有继续下降，反而有所增加，说明了聚丙烯酰胺投加量已经过量，这都势必使一次沉淀处理后水中存在过多的聚丙烯酰胺。

表 5 对高浊度水进行一次沉淀处理后的出水浊度

水样编号	5	6
原水浊度 (NTU)	11000	11000
HPAM 投加量 (mg/L)	1.0	2.0
沉后余浊 (NTU)	24	32

再向这些水样投加混凝剂进行混凝实验,得到流动电流值与混凝剂投加量、沉后余浊与混凝剂投加量的关系,列于表6中。并将实验结果绘成曲线图,然后从图中找出流动电流值与沉后余浊的对应关系,如表7所示。从表7中的分析结果可以看出,沉后余浊与流动电流值之间仍然存在特定的相关性,即随着沉后余浊相应的增高,流动电流值相应降低。这说明在一定范围内即使过量地投加聚丙烯酰胺对高浊度水进行一次沉淀处理,对后续投加三氯化铁混凝过程中应用流动电流技术没有影响。

表6 流动电流值和沉后余浊与混凝剂投加量的关系

水样 编号	实验 结果	三氯化铁投加量 (mg/L)				
		3.0	5.0	10.0	15.0	20.0
5	流动电流值	26.6	27.8	29.1	29.9	30.7
	沉后余浊	10.3	7.5	4.3	3.1	1.7
6	流动电流值	26.8	28.2	29.3	30.1	31.0
	沉后余浊	9.6	7.3	3.9	2.5	1.3

表7 流动电流值与沉后余浊的关系

沉后余浊 (NTU)	水样编号	
	5	6
3.0	29.8	29.9
4.0	29.4	29.5
5.0	28.7	28.9

3.4 运行时间对流动电流检测的影响

在实际中,流动电流自动投药系统是需要长期连续运行的,其维护十分简单,只是定期清洗传感器探头,这主要是为了消除污物在传感器探头上的累积对检测信号的影响。以往流动电流技术的实验与应用都证明,无机混凝剂在传感器探头上会随取样水流的连续流动不断地更新^[1]。但聚丙烯酰胺在传感器探头上的吸附与累积对流动电流检测是否有影响,将关系到流动电流自动投药系统能否长期正常连续运行。对此,通过实验室的连续实验来研究与分析。

取 10000NTU 的水样,投加聚丙烯酰胺进行一次沉淀处理,然后向处理后的水中投加液体聚合铝来进行混凝实验,连续实验 10d,结果见表 8。

表8 流动电流值与混凝剂投加量的关系

聚合铝 投加量 (mg/L)	运行时间 (d)						
	1	2	3	4	6	7	10
5.0	30.0	29.8	29.6	29.9	29.3	29.4	29.4
10.0	34.8	35.0	34.8	35.0	34.1	34.3	34.8
15.0	41.9	42.0	42.1	41.7	41.0	41.6	41.3

通过实验结果可以看出,在连续运行过程中,流动电流值均能够很好地反映混凝剂投加量的变化,并且变化规律是相近的,聚丙烯酰胺预沉淀处理不会干扰传感器对流动电流的正常检测。值得提到的是,以上结论是在实验室中通过静态实验得到的,实际生产中,由于取样水流对传感器探头的自清洗作用,必然会进一步排除聚丙烯酰胺在传感器探头上吸附与累积对流动电流检测的影响。

4 结论

在高浊度黄河水中投加聚丙烯酰胺进行一次沉淀处理后的水中虽然会含有一定量的

聚丙烯酰胺, 但它对以一次沉淀处理水为原水进行常规净化处理过程中应用流动电流混凝投药控制技术没有发现不良影响, 在此种条件下, 流动电流值与混凝剂投加量和沉后余浊之间仍然具有良好的相关性, 以流动电流作为混凝过程投药控制参数是可行的。

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. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1995
- 2 傅文德, 许保玖. 高浊度给水工程. 北京: 中国建筑工业出版社, 1994
- 3 李圭白, 崔福义. 高浊度水絮凝剂聚丙烯酰胺的最佳水解度. 中国给水排水, 1985(5): 27 ~ 31

Effects of Polyacrylamide on Application of Streaming Current Technology in High Turbidity Water

Fan Jie Li Guibai Shi Ying Chen Zhonglin

Abstract The variation regular of streaming current, when the high turbidity water was treated by polyacrylamide, are studied in this paper. We inquired into the possibility of streaming current in high turbidity water. Result shows that this technology has better effects to coagulation in this raw water. So the water quality would be ensured.

Key words streaming current; high turbidity water; polyacrylamide