

流动电流混凝投药自动控制技术在低浊度水中应用范围的研究

黄国中 孙连鹏 李圭白

摘要: 本文首次针对了流动电流混凝投药自动控制技术在低浊度水中的应用进行了研究, 提出流动电流混凝投药自动控制技术在低浊应用水的适用范围。对于流动电流混凝投药自动控制技术在低浊度水情况下的应用有着非常重要的意义。

关键词: 流动电流, 混凝, 投药, 自动控制技术, 低浊度

以流动电流为因子进行混凝投药控制, 是投药技术的上的一项重要进展。流动电流混凝投药自控技术作为目前国内先进的自动投药控制技术, 已在全国各地的自来水厂得到了广泛的应用并取得良好的经济效益和社会效益。随着应用范围的扩展, 水质条件也日趋复杂, 应用中所遇到的问题也越来越多, 尤其是低浊度水方面表现特别明显。

低浊度水情况下的混凝沉淀过程是整个低浊度水处理工艺的关键, 能否准确控制混凝剂的投加量关系尤为重要。因为在低浊度水的情况下, 所需的混凝剂较少, 形成的矾花颗粒细、少、轻, 难于沉淀, 易于穿透滤池。因此, 在低浊度水中准确地控制投药量既是十分困难的又是非常必要的。

流动电流控制系统在国内包括黑龙江、安徽、广西、江苏等省的低浊度水质的水厂已有了一些应用, 但尚未有过细致的研究和探讨, 只是从实际应用中总结出较粗略的低浊度原水应用范围。

一、流动电流自动投药控制在低浊度水中应用范围的实验研究

1、试验装置

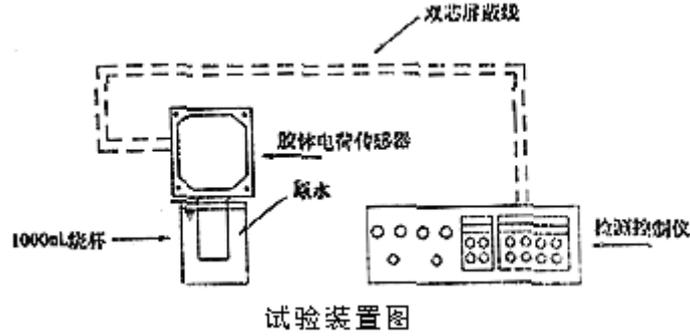
本试验采用仪器有哈尔滨建筑大学制造的流动电流远程胶体电荷传感器, 北京精密单因子公司生产的 SC-4000 型流动电流投药自动控制仪, 美国 Milton Roy 公司生产的 LMI 型电子脉冲计量泵, 美国 HATCH 公司制造的台式浊度仪, 并应用了由哈尔滨建筑大学水工业新技术研究室设计的水厂处理工艺流程模型。混凝药剂采用河南生产的聚合氯化铝。

2、试验方案

①静态试验

本试验是利用高岭土来配制所需原水浊度, 将配好的浊度为 10、9、8、7、6、5、4、3、2、1.5NTU 的原水水样分别装入十个 1000ml 烧杯内。同时取 1000ml 自来水 (浊度为 1.5NTU), 作为基准进行对比, 试验装置示意图如下。

先将胶体电荷远程传感器与流动电流控制仪之间的信号线连接好, 然后将传感器放入盛有自来水的烧杯内, 启动传感器与控制仪的电源, 让传感稳定运行 30 分钟, 纪录控制仪显示的流动电流检测值。待检测值稳定后, 即向水中加入 2mg/L 的聚合氯化铝药剂, 在 100 转/分钟的转速下快速搅拌 20 秒钟, 测定流动电流的检测值并记录下来。从烧杯中取出传感器, 让加药后的原水静沉 25 分钟, 测定其沉后浊度并记录下来。



将传感器放入 10NTU 的原水中直至检测值稳定，记录下控制仪所显示的流动电流检测值。向原水中同样加入 2mg/L 的聚合氯化铝药剂，在 100 转/分钟的转速下快速搅拌 20 秒钟，测定流动电流的检测值并记录下来。同样静沉 25 分钟记录下沉后水浊度。

同样地对其他上述 8 个烧杯中的原水水样进行试验，所得数据见下表。

表 1

原水浊度 (NTU)	加药(mg/l)	流动电流检测值	沉后水浊度 (NTU)
10	2	53.4	4.0
9	2	55.5	3.5
8	2	57.7	3.0
7	2	60.1	2.6
6	2	61.9	2.3
5	2	63.4	2.0
4	2	64.3	1.6
3	2	64.6	1.4
2	2	65.0	1.2
1.5	2	65.3	1.0

从表 1 可以看出流动电流混凝投药自动控制系统在浊度 5NTU 以上，对药剂 (2mg/L) 有明显的反应，流动电流检测值可以随着原水浊度的变化有显著的变化，当浊度每变化 1NTU，流动电流检测值可变化 1 个单位以上，控制精度较好；但在 4~1NTU 的浊度范围内，当浊度每变化 1 度时，流动电流检测值只变化 0.3 个单位左右，控制精度稍差。

在 1.5~10NTU 的浊度范围，改变混凝剂的投加量进行试验。以下为投药量分别为 0.5mg/L，1mg/L，2mg/L，3mg/L，4mg/L，5mg/L 情况下的流动电流检测值变化情况，见表 2、表 3、表 4、表 5。取其中 1.5、4、5、10NTU 四种浊度水的纪录加以说明。

表 2

流动电流检测值	原水浊度 (NTU)	加药量 (mg/L)	沉后水浊度 (NTU)
45.2	10	0.5	6.2
48.5	10	1.0	5.1
51.7	10	1.5	4.5



53.3	10	2.0	3.9
54.7	10	3.0	3.4
55.4	10	4.0	2.8
56.1	10	5.0	2.5

表 3

流动电流检测值	原水浊度 (NTU)	加药量 (mg/L)	沉后水浊度 (NTU)
55.1	5	0.5	3.2
59.2	5	1.0	2.7
62.4	5	1.5	2.4
65.3	5	2.0	2.1
67.5	5	3.0	1.8
69.4	5	4.0	1.6
70.3	5	5.0	1.5

表 4

流动电流检测值	原水浊度 (NTU)	加药量 (mg/L)	沉后水浊度 (NTU)
65.0	4	0.5	2.5
65.6	4	1.0	2.1
66.0	4	1.5	1.8
66.4	4	2.0	1.6
66.7	4	3.0	1.3
66.9	4	4.0	1.1
67.1	4	5.0	0.9

表 5

流动电流检测值	原水浊度 (NTU)	加药量 (mg/L)	沉后水浊度 (NTU)
64.6	1.5	0.5	1.3
65.0	1.5	1.0	1.2
65.2	1.5	1.5	1.0
65.4	1.5	2.0	1.0
65.6	1.5	3.0	1.0
66.1	1.5	4.0	0.9
66.2	1.5	5.0	1.0

由上述的静态试验纪录可知，投药量变化时，流动电流检测值变化情况：即原水浊度大于 5NTU，流动电流检测值变化较大，控制精度较高，满足控制要求；原水浊度小于 5NTU 时，流动电流检测值变化较小，控制精度较差。

②动态实验研究

在实验室的动态试验流程如图 1。本流程模拟了水处理的常规工艺过程，即从原水进厂经过的加药、混合、反应、沉淀、过滤的全过程（不包括加氯），这样可以较全面地反映流动电流投药控制系统对低浊度水的处理过程的影响。

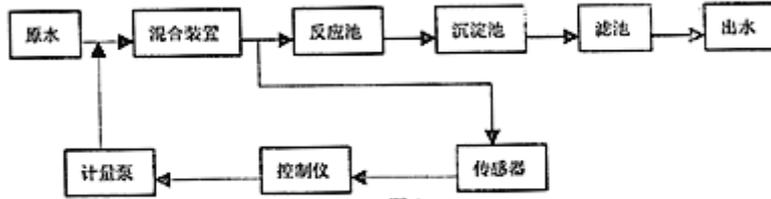


图 1

当原水浊度在 2--10NTU 的范围变化时，流动电流控制系统在保证沉后水浊度为 2NTU 条件下，投药量、流动电流检测值、沉后水浊度及滤后水浊度纪录如表 6。

时间 (h)	原水浊度 (NTU)	加药量 (mg/L)	流动电流检测值	沉后水浊度 (NTU)	滤后水浊度 (NTU)
8:00	10	8.0	57.8	2.0	1.5
9:00	9	6.5	59.7	2.1	1.3
10:00	8	5.5	60.9	2.1	1.2
11:00	7	4.3	62.3	2.0	1.1
12:00	6	3.4	63.5	2.2	1.1
13:00	5	2.2	64.6	1.9	1.0
14:00	4	1.1	65.0	1.8	1.0
15:00	3	1.0	65.3	1.8	1.0
16:00	2	0.4	65.5	1.9	1.1

从上述的流动电流混凝投药自动控制系统在实验室的动态试验运行情况可知，流动电流投药自控系统对于浊度为 5NTU 以上的原水反应灵敏，当原水浊度变化 1NTU 时流动电流检测值可以变化 1 个单位以上，控制精度很好。而对于浊度小于 5NTU 的原水，当原水浊度变化 1NTU 时流动电流的检测值只能变化 0.3 个单位左右，反应不够灵敏，控制精度较差。

3、流动电流混凝投药控制系统在低浊度原水情况下实际生产应用

①水厂情况简介

该水厂位于黑龙江省哈尔滨市。水厂的原水浊度大冬季枯水期时为 10NTU 以下，PH 值为中性，有微量污染物存在，水质无其它特异情况。水厂的处理量为 5 万吨/日，水厂的水处理工艺流程为常规工艺。

流动电流混凝投药控制系统的取样点设在网格反应池内的第四个格中，水样为加药后混合 20 秒左右的水，胶体电荷远程传感器安装在反应池的池壁上，传感器前设有不锈钢水样预处理器，可以有效的防止较大的杂质堵塞传感器。流动电流投药自动控制仪安装在加药间的值班室内，变频控制柜安装在加药间电控室内。

在春、夏、秋季该水厂原水浊度多为数十至数百 NTU，流动电流自动控制系统运行情况良好，可以准确控制混凝剂的投加量，使沉淀池出水浊度保持在 4--5NTU 左右，符合水厂的要求。

②流动电流在低浊度下的运行情况

在冬季枯水期，该水厂的原水浊度多为 5--10NTU，观察表明，当原水浊度大于 5NTU 时，流动电流自控系统工作稳定而灵敏，可以随着原水浊度的变化准确地改变混凝剂的投加量，达到控制投药量和保证水质的目的；当原水浊度小于 5NTU 时，流动电流自控系统工作有些不稳定，投药量随水质变化的调节速度较慢，这与试验室试验结果相似。作者也了解到江苏和安徽两省应用流动电流混凝投药自动控制系统于低浊度原水的水厂的情况，结果与上述实验室试验和生产性试验情况相似。



二、结论

通过一系列的静态试验、动态试验和生产性试验，可以认为流动电流投药自动控制系统应用的原水浊度分界点为 5NTU，对 5NTU 以上浊度的原水，流动电流混凝投药自动控制系统的控制精度较高，可取得比较满意的控制效果；对于 5NTU 以下浊度的原水，流动电流投药控制系统精度较差。

参考文献：

- [1]崔福义，陈卫，李虹。流动电流串级投药控制系统的特性评价。中国给水排水。1995[2]。30-33
- [2]霍明昕，刘馨远。低温低浊水质特性的分析。中国给水排水。1998[6]。33-34。

<http://www.chinacitywater.org>
中国城镇水网