

水量对流动电流混凝投药控制系统的影响

冯 骞¹ 汪 翊¹ 於 浩²

(1. 河海大学环境科学与工程学院, 江苏 南京 210098; 2. 长江水利委员会长江下游水环境监测中心, 江苏 南京 210011)

摘要 :以仪征化纤股份公司给排水厂为例 ,系统研究了水量变化对流动电流混凝投药自控系统的影响 .通过中试找出流动电流自控系统稳定工作的极限水量变化率 ,并探求水量与流动电流设定值的相关关系 .试验结果表明 :该厂流动电流自控系统稳定工作的极限水量变化率约为 25% ;在设计处理能力内 ,水量与流动电流设定值存在正相关关系 .在同等出水水质要求下 ,水量越大 ,流动电流设定值越高 ,反之 ,水量越小 ,流动电流设定值越低 .在此基础上 ,还提出了变水量条件下流动电流投药控制系统改进的建议 .

关键词 流动电流检测仪 混凝投药 水量变化 流动电流设定值

中图分类号 :TU991.22 文献标识码 :A 文章编号 :1000-198X(2003)05-0505-04

以流动电流检测仪(SCD—Streaming Current Detector)为核心的混凝投药自动控制技术由于抓住了混凝投药的本质——水中胶体的微观电特性 ,因此得到了较为广泛的应用^[1~3] .在目前应用较为普遍的单回路控制系统中 ,先确定一个流动电流设定值 ,通过控制设定值这个控制因子来实现不同水质、水量条件下混凝剂的自动投加 ,这一方法易于掌握 ,应用灵活方便 ,但由于各种因素的影响 ,必须根据实际情况对设定值适时适当地进行调整 ,才能保证流动电流混凝投药控制的效果 .以往的研究表明^[4,5] :单回路的流动电流混凝投药控制系统对水量变化有一定的适应性 ,但在实际生产中往往出现出水浊度随水量变化而发生较大波动的情况 .为此 ,本文系统地探讨了水量变化对流动电流混凝投药控制系统的影响 ,并提出了解决这一问题的对策和措施 .

1 试验条件、装置与设备

试验在仪征化纤股份公司给排水厂净水车间进行 ,流程示意图见图 1 .根据试验具体要求及场地条件 ,按与原型 1:5 的比例制作了反应沉淀池模型 ,并通过了相应水力条件的验证 .反应池形式选用旋流反应室加隔板的组合形式 ,混合方式为水力混合 .试验水样直接采用长江下游仪征段源水 ,试验期间源水浊度 70 ~ 90 NTU ,pH 值 7.8 左右 ,水温 18 ~ 19 ℃ ,模型设计流量为 28 m³/h .

试验的主要设备为 SC—5200 型流动电流计和 BT00—300M 型蠕动计量泵组成的控制系统 .SC—5200 型流动电流计为美国 MILTON ROY 公司出品 ,由流动电流传感器和流动电流控制器组成 ,能够将检测结果转化成 4 ~ 20 mA 信号传递给控制器 .BT00—300M 型蠕动计量泵为保定兰格集团生产 ,该型号计量泵具有调频和调冲程 2 种控制方式 ,可由外控接口接收 4 ~ 20 mA 信号 ,调整工作状态 .

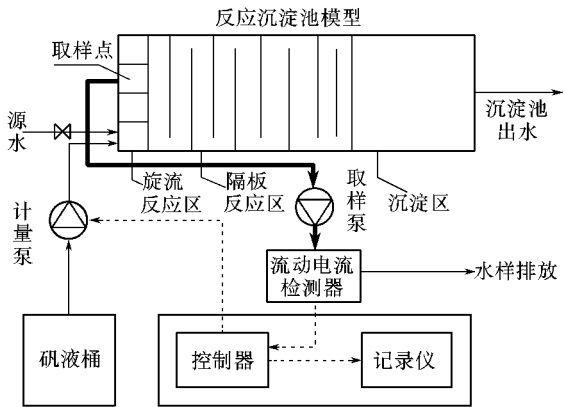


图 1 中试流程示意图

Fig.1 Sketch of model experiment

试验中采用 HACH 公司的 2100—N 型浊度仪定期检测原水和沉淀池的出水浊度 ,检测频率为每半小时一次 ,同时利用流动电流检测仪在线监测反应池中絮凝水的流动电流值 .

2 流动电流投药控制系统对水量变化的适应性

图 2 (a) (b) 为不同水量变化率条件下的试验结果 . 开始运行时系统水量为 $28\text{ m}^3/\text{h}$,图 2 (a) 中系统水量在 10:00 ,12:00 ,14:00 ,16:00 变化分别减小为 $24\text{ m}^3/\text{h}$, $20\text{ m}^3/\text{h}$, $16\text{ m}^3/\text{h}$, $12\text{ m}^3/\text{h}$;图 2 (b) 则对应水量由 $28\text{ m}^3/\text{h}$ 直接减小为 $18\text{ m}^3/\text{h}$. 流动电流设定值均为 -20.0 .

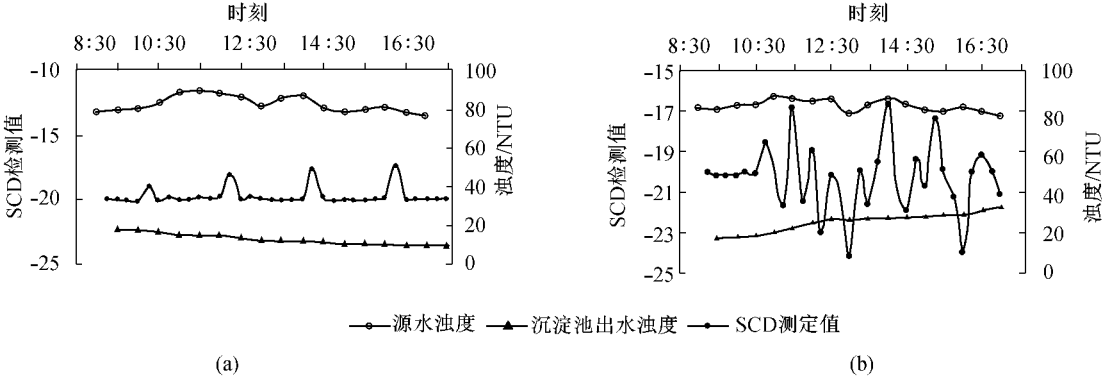


图 2 水量变化对流动电流检测值的影响

Fig.2 Tested value of SCD under different flow rates

试验结果表明 (a) 流动电流自控系统对水量变化具有一定的适应能力 ,但这种适应能力有一定的限度 . 在本次试验的条件及装置下 ,水量变化率 (原水量 - 变化后水量) / 原水量 分别由 14% ,17% ,20% 依次增加到 25% 情况下 ,流动电流检测值都能够在 30 min 内恢复稳定 ;当水量变化率增加到 35% 时 ,流动电流检测值无法稳定在设定值周围 ,混凝投药自控系统发生大幅度的震荡 ,沉淀水浊度不断恶化 . (b) 在自动控制系统投药过程平稳运转的前提下 ,尽管系统的设定值保持不变 ,沉淀水的浊度却随水量的减小而有所降低 . 在图 2 (a) 所示水量变化的情况下 ,沉淀池出水平均浊度由 17.2 NTU 依次降低为 14.8 NTU ,12.4 NTU ,10.6 NTU ,8.1 NTU .

沉淀池出水浊度是整个混凝投药自控系统运转效果评判的重要指标之一 . 在一定的水量变化率范围内 ,对确定的控制系统设定值而言 ,尽管流动电流检测值能够很快随水量的变化达到稳定 ,但仍会引起沉淀水浊度的较大变化 ,因此在水量发生变化时 ,必须对控制系统的设定值进行适当的修正 ,以保证系统的优化运行 . 以下对变水量条件下流动电流设定值变化的规律进行进一步的研究 ,以期得到变水量条件下设定值的调整规律 .

3 变水量条件下流动电流设定值的确定

大多数情况下 ,流动电流控制系统的设定值往往采用投药系统手动工作情况下沉淀水浊度符合要求时流动电流检测仪的检测值 ,这一设定值在系统调试通过后基本保持不变 . 本文则在充分考虑沉淀池出水浊度这一最终控制目标的基础上 ,建立不同水量条件下流动电流设定值与沉淀水出水浊度的相关关系 ,由此探讨变水量条件下流动电流自控系统设定值的调整规律 .

3.1 出水浊度与流动电流设定值的相关关系

图 3 为不同水量条件下流动电流自控系统设定值与沉淀池出水浊度的相关曲线 . 试验中流动电流设定值分别选为 $-5.0 \sim -25.0$ 之间的各值 ,分别测定每一设定值条件下系统稳定运行时沉淀水的平均浊度 . 试验期间 ,源水浊度在 70 ~ 90 NTU ,pH 值为 7.8 ,水量分别为 $28\text{ m}^3/\text{h}$, $20\text{ m}^3/\text{h}$, $16\text{ m}^3/\text{h}$.

由图 3 可以看出 ,在某一特定水量条件下 ,沉淀池出水浊度

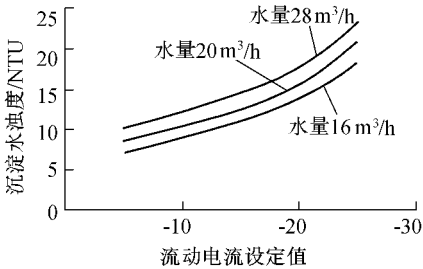


图 3 流动电流设定值与沉淀水浊度的关系
Fig.3 Relationship between set value of SCD and water turbidity after sedimentation

与流动电流设定值均存在较好的相关性,二者关系遵循其中一条相应曲线所确定的规律,水量变化后,关系曲线也将发生变化。

a. 在源水水质、水量相对稳定的条件下,增加流动电流设定值,沉淀水的浊度就会降低,沉淀水浊度下降幅度,随流动电流设定值的增加而减小。分析其原因,主要在于流动电流检测值反映了絮凝水中带电颗粒的数量,也说明了混凝过程的效果。设定值越高,越趋近于流动电流临界值,絮凝水中存在的带电颗粒就越少,絮凝过程的效果也越好。反之亦然。对确定的处理水量,混凝的效果与沉淀池出水浊度密切相关,故在处理系统的设计水量范围内,沉淀水的浊度与流动电流表现出这种负相关性。

b. 对同样的自控系统设定值,水量越小,沉淀水浊度越低,水量变化越大,沉淀水浊度变化越大。由于流动电流自动投药控制系统是根据检测值与设定值之间的偏差判断混凝程度而进行药量调节的,因此这一控制方式实际上只能保证混凝效果的一致性。水量变化,同时也将影响到沉淀池的处理效果,从而使出水浊度出现波动。水量越小,沉淀池的负荷越低,处理效果也越好,因此在混凝效果一致的情况下,表现为出水浊度越低的情况。

3.2 变水量条件下系统设定值的确定

根据不同水量条件下沉淀池出水浊度与流动电流设定值存在的相关关系分析,得到特定沉淀水浊度要求下水量与流动电流自控系统设定值之间的关系曲线。

从图 4 可以看出,当水量从 16m³/h 逐渐增加为 20 m³/h 和 28 m³/h 时,水量增加幅度分别为 25 % 和 40 %,当沉淀水浊度要求为 15 NTU 时,流动电流设定值由 - 22.0 依次升高为 - 19.3 和 - 15.0 ,升幅分别为 12.3 % 和 22.3 % ;而当沉淀水浊度要求降低到 10 NTU 时,流动电流设定值由 - 13.0 依次升高为 - 10.0 和 - 4.0 ,升幅分别为 23.7 % 和 60.0 % 。

对于确定的沉淀水浊度要求,流动电流设定值与水量具有一定的正相关性,即随水量的增大,流动电流设定值也应提高,方能满足相应的沉淀水浊度的要求;而水量减少,为保证出水浊度的稳定性,流动电流设定值也可以适当降低。

4 结 论

a. 流动电流自控系统对于水量变化有一定的适应能力,在合适的水量变化率范围内,流动电流检测器能自动调整投药量,使流动电流检测值稳定在设定值周围,但这种适应性有一定的限值,一旦超过限值,投药自控系统将产生大幅度振荡,最终导致混凝沉淀净水系统崩溃。对于本试验采用的装置、流程及控制模式,水量变化率不宜超过 25 % 。

b. 在水质、水量相对稳定的条件下,流动电流设定值与沉淀水浊度之间有一定的相关性,设计工况下的设定值,可以此为依据通过试验得到。对净水厂而言,考虑到净水系统最佳沉淀水浊度的存在,建议先在给定水量条件下求得最佳沉淀水的浊度,然后通过试验选取流动电流设定值。

c. 在沉淀池出水水质要求不变的前提下,水量与流动电流设定值之间存在正相关性,即流动电流设定值的调整随水量的增加而提高,随水量的降低而减小。由于沉淀池出水水质的合格和稳定是净水单元的控制目标,尽管在实际生产中对短时间、小范围的水量波动,不改变系统设定值,仍可以在一定程度上满足沉淀池出水水质要求,但对于水量日变化系数达 1.3 ~ 2.0 的大中型水厂而言,水量变化对设定值的影响不可忽视,必须通过一定沉淀池出水水质要求下设定值与水量的关系对设定值进行调整。

d. 流动电流设定值的自动调整是水厂应用流动电流检测仪中的难点之一,目前部分水厂通过引入水量因子前馈控制或浊度因子的后馈控制形成串级控制系统,在一定程度上解决了这一问题,但定量化、系统化研究流动电流设定值应该是今后着重解决的问题。

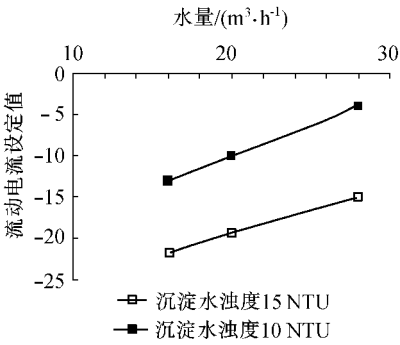


图 4 不同沉淀水浊度下水量与流动电流设定值之间的关系

Fig.4 Relationship between flow rate and set value of SCD under different turbidities after sedimentation

参考文献:

- [1] DENTAL S K, KINGERY K M. Evaluation of the streaming current detector—II. continuous flow test[J]. Water Res, 1989, 23(4): 89—93.
- [2] 崔福义, 李圭白. 流动电流混凝控制技术在我国的應用[J]. 中国给水排水, 1999, 15(7): 24—26.
- [3] 崔福义, 李圭白. 流动电流及其在混凝控制中的应用[M]. 哈尔滨: 黑龙江科学技术出版社, 1995. 126—130.
- [4] 曲久辉, 崔福义, 李虹. 流动电流混凝投药控制系统的适用条件[J]. 中国给水排水, 1995, 11(3): 18—21.
- [5] 冯骞, 汪翊, 王惠民, 等. 流动电流检测仪设定值影响因素研究[J]. 河海大学学报(自然科学版), 2001, 29(4): 123—126.

Effect of flow rate on streaming current controlled coagulated dosage system

FENG Qian¹, WANG Hui¹, YU Hao²

(1. College of Environmental Science and Engineering, Hohai Univ., Nanjing 210098, China;

2. Water Environment Monitoring Center of Lower Yangtze River, Yangtze River Water Resources Committee, Nanjing 210011, China)

Abstract With the water supply and sewerage plant of Yizheng Chemical Fibre Group as an example, the influence of flow rate on the streaming current controlled coagulated dosage system is systematically studied. Model tests are performed to find the limit change rate of flow rate under the normal operation of the automatic system and the correlation between the flow rate and the set value of streaming current. Experimental results show that the limit change rate of flow rate of the plant is 25%, and that a good correlation exists between the set value of streaming current and the flow rate within the designed capacity of wastewater treatment. Under a constant requirement for water quality of outflow, the higher the flow rate, the larger the set value of streaming current, vice versa. Based on the above results, some suggestions are given for improvement of the dosage control system under different flow rates.

Key words streaming current detector; coagulated dosage; variation of flow rate; set value of streaming current

《河海大学学报(自然科学版)》征订启事

《河海大学学报(自然科学版)》是以水资源开发、利用与保护为重点的综合性学术期刊,主要刊登本校在水资源、水文、地质、测量、水利工程、水电工程、水运工程、海洋及海岸工程、水工结构、工程力学、水力学及河流动力学、岩土工程、计算机科学、电力工程、电子技术及自动化工程、工业与民用建筑、管理工程、水利经济、环境工程、机械工程等学科方面的科研成果、学术论文、学术讨论、研究动态等学术性文章,可供上述有关专业的科技工作者及大专院校师生阅读和参考。

本刊创办于1957年,是我国中文核心期刊,在国内工程技术界和学术界有较大影响。刊载的文章中,有不少国家科技攻关(重点)项目和各种科学基金资助项目的研究成果,部分达到了国内领先和国际先进水平,为我国水利、水电、水运工程及其他有关工程建设的规划、设计、施工和管理提供了科学理论、方法和具体建议,发挥了较大的社会效益和经济效益,深受工程界和科技界赞许,并获得全国优秀高校自然科学学报二等奖以及中国期刊方阵“双效期刊”、全国水利系统优秀期刊称号。

本刊每逢单月出版,国内外公开发行。邮发代号28-63,每期定价3.00元,全年订费48.00元。欢迎广大读者在全国各地邮局订阅或直接与编辑部联系。联系地址:南京市西康路1号《河海大学学报(自然科学版)》编辑部,邮政编码210098。