

隔板絮凝池水流结构对水质浊度影响的探讨

詹 咏¹ ,王惠民¹ ,唐洪武² ,王志良²

(1. 河海大学水文水资源及环境学院 ,江苏 南京 210098 2. 河海大学水利水电工程学院 ,江苏 南京 210098)

摘要 对传统往复隔板絮凝池所存在的水流条件不理想而造成的能量分配不合理、水头损失过大等问题 ,提出了将絮凝池拐角及隔板断面设计成圆弧形的方案 ,对现有絮凝池与改进后池形的水流结构进行了分析研究 ,就两种方案的不同进水流量、不同原水浊度及投药量时的水质浊度做了测试 ,同时还对不同方案及进水流量的加矾量与出水浊度的关系进行了探讨 .研究表明 ,改进后的方案可改善絮凝池中不合理的水流结构、降低水头损失、缩短絮凝时间 ,是达到高效絮凝的有效途径 .

关键词 絮凝池 水流结构 水质浊度

中图分类号 :X703.1 文献标识码 :A 文章编号 :1000-198X(2001)05-0088-04

1 问题的提出

絮凝是通过流体流动的能量消耗 ,促使水中胶体颗粒在混合阶段脱稳 ,经初步聚集的微絮粒相互接触碰撞 ,逐步形成能满足沉降分离要求的较大絮体的过程^[1] .它是净水工艺中十分重要的环节 ,是沉淀、过滤处理的基础 .根据反应器原理 ,可将絮凝池分为推流型和完全混合连续流型两类 .本文所研究的絮凝池属于推流型中往复隔板絮凝池 ,因其构造简单、施工和管理方便、效果有保证 ,所以成为大型水厂经常采用的工艺形式 .其主要的缺点是水头损失较大 ,因水流条件不理想而使能量中的大部分成为无效消耗 ,从而延长了絮凝时间 ,增大了絮凝池容积 .特别是在水流流经拐弯角时 ,速度以离散数值方式变小 ,而不是由大到小平稳地过渡 ,这样消耗的能量大但对絮凝体的成长并不有利 ,虽然在 180°的急剧转弯下会增加颗粒之间的碰撞几率 ,但不合理的速度梯度分布易造成絮凝池前部由于速度梯度过小 ,达不到最高效率的颗粒碰撞 ,而后部拐角处又由于速度梯度过高 ,撞击过大 ,而易使聚集好的絮体破碎 ,结果导致絮体颗粒密实程度不一 .这样在设计时间内 ,被打碎的絮体随水流进入沉淀池 ,影响出水效果 ,而密实的絮体在未进入沉淀池时 ,已过早地在絮凝池后部下沉 ,时间一长 ,在絮凝池末端的廊道内易形成“沙丘”状的沉积物 ,阻碍水流通 ,降低了絮凝效果 .如将絮凝池末端的廊道封闭 ,以此缩短絮凝时间 ,疏松的絮体易过早地进入沉淀池 ,更易使出水效果恶化^[2] .为了解决这些问题 ,而又要降低改造成本 ,保持原有絮凝池流程简单实用的优点 ,需对这种水力絮凝池池型进行研究 ,为此 ,本文就往复隔板絮凝池水流结构对水质浊度的影响进行了探索 .

2 模型系统

根据实验场地条件及厂方所提出的具体要求 ,试验选用了正态动床模型 .在絮凝池水流运动中 ,惯性力和重力为主要作用力 ,模型设计采用弗汝德相似准则 .絮凝池模型几何比尺 $\lambda_l = \lambda_n = 5$,流速比尺 $\lambda_u = \lambda_l^{1/2}$,时间比尺 $\lambda_{t1} = \lambda_l / \lambda_u$,流量比尺 $\lambda_q = \lambda_l^{5/2}$.

本试验主要分两种方案进行 :方案一 ,隔板断面为矩形 ,廊道拐弯处为直角 ;方案二 ,针对方案一出现的絮凝池前部速度梯度过小而达不到最高效率的颗粒碰撞 ,而后部转角处又由于速度梯度过高而使聚集好的絮体被打碎的情况 ,将絮凝池第二段以后的拐弯角及隔板拐弯一端设计成圆弧形 ,如图 1 所示 .

文中对这两种方案不同絮凝阶段的水质浊度作了对比 ,对不同方案的水头损失进行了量测与计算 ,并对

收稿日期 2000-07-16
作者简介 :詹咏(1971—),女 ,江西南昌人 ,博士研究生 ,主要从事水处理研究工作 .

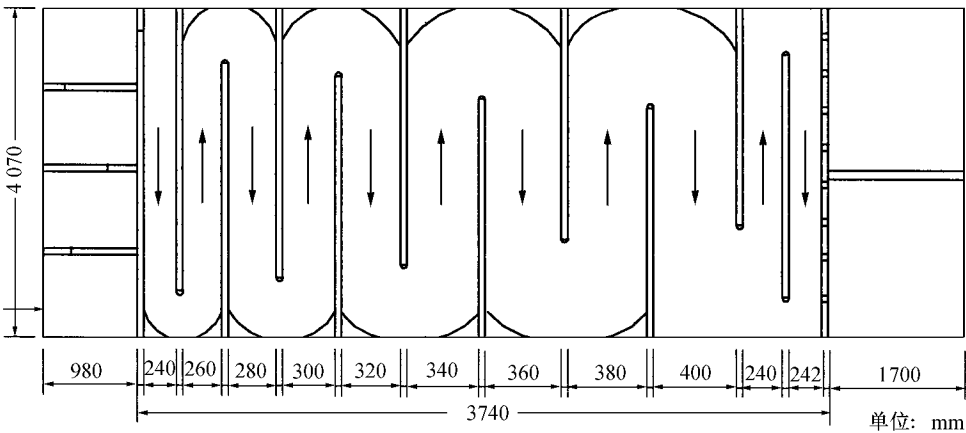


图 1 絮凝池模型示意图
Fig.1 Sketch of flocculation system

最佳药剂投量进行了分析研究.

3 试验结果分析与讨论

3.1 两种方案絮凝池水流结构对水质浊度的影响

由图 1 可知 ,絮凝池隔板间距呈递增趋势 ,隔板拐弯处的过水断面面积为廊道断面面积的 1.5 倍 ,反应部分流速分段递减 ,试验对两种方案下不同进水流量、不同原水浊度及投药量时的水质浊度进行了检测 ,现将与设计流量最接近的一组进水流量为 56.2 m³/h、加矾量为 15 mg/L 及原水浊度约为 78 NTU 的两种方案测试结果列于表 1 ,其中各廊道取水口的水质浊度为静沉 20 min 后的上清液浊度.

表 1 两种方案絮凝池测试结果的比较
Table 1 Comparison of results by two schemes

分段号	方案一絮凝池测试结果					方案二絮凝池测试结果				
	廊道流速 ($\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$)	水流时 间/s	水头损 失/cm	矾花 性状	水质浊度 /NTU	廊道流速 ($\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$)	水流时 间/s	水头损 失/cm	矾花 性状	水质浊度 /NTU
1	20.44	19.9	0.348	形成	71.0	21.55	18.9	0.177	形成	70.0
2	18.92	41.4	0.294	形成	67.0	19.07	40.2	0.135	形成	63.3
3	15.73	67.3	0.201	形成	61.1	16.38	65.1	0.096	细小	52.0
4	15.59	93.4	0.195	碎小	57.0	16.23	90.2	0.092	细小	41.4
5	13.54	123.5	0.145	细小	53.4	13.97	119.3	0.066	小而密实	36.8
6	13.44	153.7	0.142	细小	47.3	13.61	149.2	0.061	小而密实	30.5
7	11.91	187.9	0.110	大而疏松	38.3	11.91	183.4	0.046	小而密实	25.7
8	11.42	223.6	0.100	大而疏松	40.1	11.77	218.0	0.044	较大	22.6
9	11.13	260.1	0.194	大而疏松	41.5	10.07	258.1	0.032	较大密实	19.5
10	6.10	326.8	0.061	较大	30.8	4.48	310.0	0.007	大而密实	15.5
11	8.73	373.0	0.011	较大	25.5	8.09	351.0	0.009	大而密实	14.9

注 :方案一 原水浊度 = 77.2 NTU pH = 8.01 $t = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$,总硬度(以 CaCO_3 计) = 122 ,总碱度 = 97 mg/L ,沉淀池出水浊度 = 18 NTU ;
方案二 原水浊度 = 78 NTU pH = 8.02 $t = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$,总硬度 = 111 ,总碱度 = 89 mg/L ,沉淀池出水浊度 = 14.5 NTU .

从表 1 中可以看出 ,在方案一中 ,水流经过矩形断面的隔板及直角形的拐弯廊道时 ,能量损失过大 ,使得在廊道中后部拐弯处出现了“死水区”现象 ,所形成的絮体大小、疏密程度不一 ,大而疏松的絮体容易被击碎 ,致使水质浊度极不稳定 .改进后的絮凝池有着合理的流速分布 ,反应时间也相应缩短 ,水流流经圆弧端隔板及廊道拐角时 ,能量损失明显减少 ,速度梯度变化平缓 ,呈逐渐递减趋势 .从图 2 水流结构照片中可以看出 :廊道拐弯处水流结构比较复杂 ,水流中无数大小不一的涡流相互嵌套 ,并不断相互渗透 ,进行能量交换 .实验结果表明 ,方案二的边壁条件使得絮凝池水流条件大为改善 ,反应池内絮体变化明显 ,所生成的矾花大小均匀、光滑密实 ,沉降性能提高快 ,能量利用合理 ,出水水质优良 ,反应时间缩短 ,使混凝沉淀效果得到明显提高 .

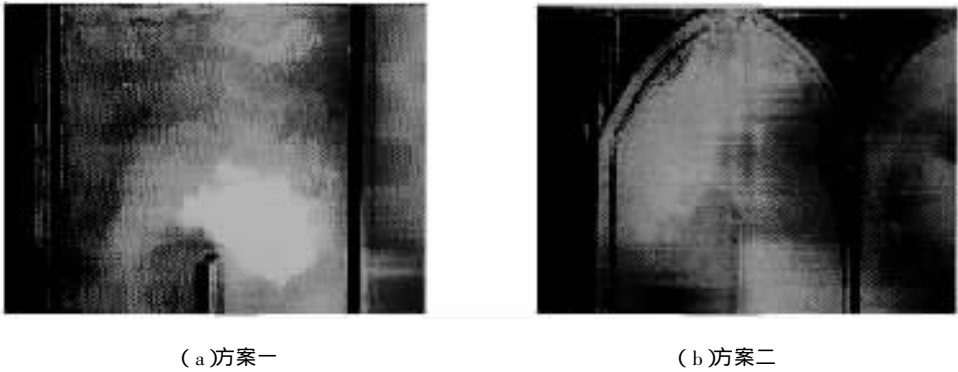


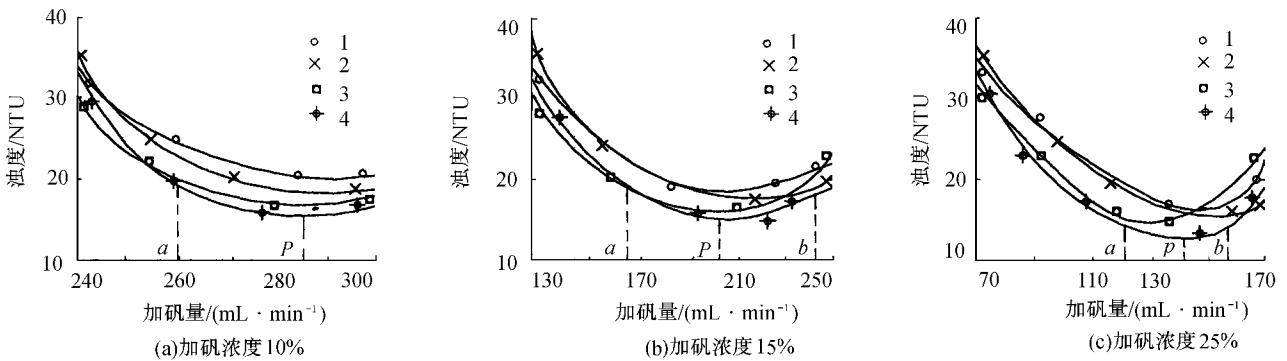
图 2 水流结构
Fig.2 Flow structure

3.2 混凝剂最佳投量的分析

对两种方案在不同进流量、不同加矾浓度时加矾量(即每分钟对应某一浓度硫酸铝的投加体积数)与出水浊度的关系也进行了研究,其中出水浊度为沉淀池出水口处的上清液浊度,它与加矾量的关系曲线如图 3 所示.

当硫酸铝在某一加矾量小于 a 值时,胶体 ζ 电位高于临界电位值,胶体仍处于稳定状态,浊度较高,当加矾量在 $a \sim b$ 范围内时,胶体 ζ 电位位于正负临界电位之间,胶体失去稳定性,发生聚集沉淀,故出水浊度较低.在此范围内,存在一 p 值,正电荷聚合离子与胶体负电荷正好中和,这时达到了所探求的硫酸铝最佳投量值.一旦加矾量超过 p 值后,由于胶体吸附了过量的正电荷聚合离子,胶体电荷符号改变, ζ 电位变为正号,出水浊度又出现了上升的趋势.值得注意的是,当加矾量超过 b 值时, ζ 电位大于正临界电位,便出现了胶体再稳现象,沉淀池出水浊度回升很快.

同时,由试验结果分析可知,加矾浓度大的比浓度小的,加矾量范围窄,操作相对难控制,而方案二的加矾量不但低,且加矾量范围也宽,操作相对容易控制.同时,流量变化对絮凝效果的稳定性也有影响,但方案二的适应性比方案一强得多,受流量变化的影响小些,这对提高絮凝效果有显著作用.



1——方案一,进口流量 56.2 m³/h 2——方案二,进口流量 56.2 m³/h 3——方案一,进口流量 46 m³/h 4——方案二,进口流量 46 m³/h ;

图 3 加矾量与沉淀池出水浊度的关系

Fig.3 Dose of coagulant vs. water turbidity

4 结 束 语

水力絮凝池的新构型是水流紊动作用与絮凝过程优化结合的结果.以前,由于实验手段的限制和先进的量测仪器的缺乏,使得混凝理论对于新型絮凝池的开发只是起定性的指导作用,对于新型池子所取得的试验数据及其分析,也基本上处于经验阶段^[3].水处理工作者们都知道,利用流体力学中的涡旋运动理论,特别是小涡旋理论,对改进混凝效果有着重要的指导意义.对混凝过程的解释会更加合理.如果能利用快速发展的电子量测技术对絮凝池中复杂的水流结构进行精确的测试,极有可能促使人们对絮凝池中絮凝现象和涡旋运动规律的认识上升到一个新的高度.

参考文献：

[1] 范瑾初. 混凝技术[M]. 北京 : 中国环境科学出版社 ,1992. 1 ~ 163.
[2] 詹咏 , 王惠民. 往复隔板絮凝池边壁形状对絮凝反应的影响研究[J]. 给水排水 ,2001 (1) 5 ~ 7.
[3] 李燕城. 水处理实验技术[M]. 北京 : 中国建筑工业出版社 ,1989. 64 ~ 82.

Influence of Flow Structure in Partition Board
Flocculation Basins on Water Turbidity

ZHAN Yong¹ ,WANG Hui-min¹ ,TANG Hong-wu² ,WANG Zhi-liang²

(1. College of Water Resources and Environment , Hohai Univ. , Nanjing 210098 ,China ;

2. College of Water Conservancy and Hydropower Engineering , Hohai Univ. , Nanjing 210098 ,China)

Abstract: In view of the inappropriate energy distribution and too much hydraulic headlosses under the poor flow conditions of conventional reciprocal partition board flocculation basins ,an arc design for the corner of flocculation basin and the section of partition board is proposed ,and the flow structures of the conventional and improved flocculation basins are studied . Meanwhile water turbidity for different flows ,different turbidities of raw water ,and different doses of coagulant is tested for different flocculation basins ,and the relations between the dose of coagulant and the turbidity of precipitating tank for different methods are discussed . It is indicated that the arc design is an effective way to improve flow structure ,to reduce hydraulic headlosses ,and to shorten flocculation time .

Key words : flocculation basin ; flow structure ; water turbidity

欢迎订阅

全国水利系统优秀期刊 江苏省优秀期刊

欢迎投稿

水利水电科技进展

新颖 实用 快捷

双月刊 A4 开本 彩色封面 64 页 2002 年全年定价 30.00 元 全国各地邮局均可订阅

国际标准刊号 : ISSN 1006—7647

国内统一刊号 : CN 32—1439/ TV

国外发行代号 : DK 32003

(中国出版对外贸易总公司)

国内邮发代号 : 28—244

编辑部地址 : 210098 南京市西康路 1 号

联系电话 : (025) 3786335

电子信箱 : jz@ hhu . edu . cn

银行账号 : 南京工行宁海路分理处

4301011409001024513



(也可直接汇款至编辑部订阅 ,
另加 6.00 元邮寄费)