

浮沉池中斜板装置对气浮运行效果的影响研究

王静超¹, 马 军²

(1. 天津市自来水集团有限公司, 天津 300040; 2 哈尔滨工业大学 市政环境工程学院,
黑龙江 哈尔滨 150090)

摘 要: 以松花江水为原水,研究了浮沉池内部侧向流斜板装置对气浮运行效果的影响。试验结果表明,斜板装置对气浮净水效果具有一定的不利影响:对于低浊水基本无影响,随着原水浊度和浮渣层厚度的增加,不利影响略有增加;加入斜板装置后落渣现象严重,排渣周期有缩短趋势。由于气浮分离区上部固有的分层流结构受斜板装置的影响较小,因此对有机污染物的去除效果影响不大。

关键词: 浮沉池; 斜板; 气浮效果; 影响

中图分类号: TU991.2 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000 - 4602(2008)07 - 0092 - 04

Effect of Inclined Plates on Flotation Performance in Flotation / Sedimentation Tank

WANG Jing-chao¹, MA Jun²

(1. Tianjin Waterworks Group Co. Ltd., Tianjin 300040, China; 2 School of Municipal and
Environmental Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China)

Abstract: Taking raw water from Songhua River as research object, the influence of the inclined plates in the flotation/sedimentation tank on the flotation performance was studied. The results show that the inclined plates in the tank have a certain adverse influence on the flotation performance. There is no influence on floated water quality when the raw water turbidity is low. However, the adverse influence increases with increasing of raw water turbidity and the floated layer thickness. The frequency of float discharge increases after the addition of the inclined plates. The removal efficiency of organic contaminants is not influenced much because the stratified flow structure in the separation zone of the flotation tank is not influenced much by the inclined plates.

Key words: flotation/sedimentation tank; inclined plates; flotation performance; influence

我国地表水源受污染程度日益加剧,随之而来的水源富营养化现象越来越普遍,藻类大量繁殖。而目前水厂中最为常见的沉淀工艺很难有效去除密度较小的藻类,从而造成如滤池堵塞、水质恶化等诸多问题^[1]。此外,我国北方地区冬季水质呈现低温、低浊特性,絮体形成情况很差,难以通过沉淀工艺有效去除。研究发现,气浮工艺可以很好地处理

此类低温、低浊水及高藻水。但当源水浊度较高时气浮工艺不能很好地保证出水水质,一般当源水浊度 > 100 NTU 时已不适合采用气浮工艺^[2,3]。另外我国水土流失现象较为严重,一般暴雨过后或春季开江季节(北方)均会伴有源水的浊度突然升高现象,这样就大大缩小了气浮工艺的应用范围。而近年来首先在我国出现的浮沉池工艺较好地解决了上

基金项目: 国家科技攻关项目 (2002BA806B04)

述问题,从而被国内诸多水厂所采用。该工艺在气浮池分离区内部加入侧向流斜板(或斜管)装置,低温、低浊期或高藻期运行气浮工艺,高浊期运行沉淀工艺,从而有效解决了传统气浮工艺难以应对突发高浊水的难题。

但目前的浮沉池工艺尚存在诸多问题。吉林市第一水厂浮沉池工艺多年的运行结果表明,无论运行气浮工艺,还是运行沉淀工艺,均存在出水携带“矾花”现象,严重时可导致出厂水浊度超标。基于上述原因,目前该浮沉池又改为沉淀池运行。这不仅造成了大量的资源浪费,也影响了该工艺的进一步推广。为此,笔者对气浮池内部加入斜板装置后,气浮运行的效果进行了较为系统的研究。

1 试验装置和分析方法

试验在吉林市第三水厂进行,其工艺流程如图 1所示。

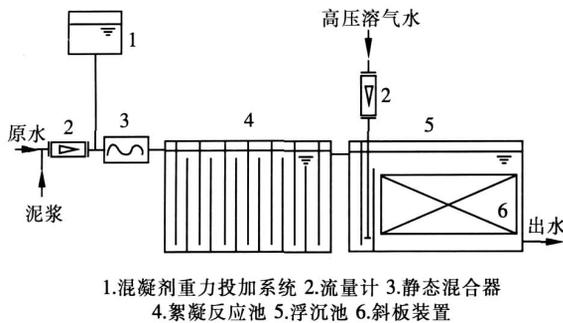


图 1 试验工艺流程

Fig 1 Flow chart of experiment process

试验在冬季进行,处理水量为 15 m³/h,原水以松花江水为主,高浊水为人工配水。以松花江水进行试验时,系统连续运行;当采用高浊水进行试验时,系统间歇运行,每次运行时间为 10~12 h。

混凝剂溶液箱尺寸为 1 200 mm ×1 200 mm × 600 mm;絮凝反应池尺寸为 1 050 mm ×2 100 mm × 1 950 mm;浮沉池尺寸为 1 050 mm ×2 500 mm × 1 950 mm,内部斜板装置斜长为 1 000 mm,斜板间距为 50 mm,倾角为 60°;溶气释放器采用同济大学研制的 TV - 2型释放器,溶气水取自水厂气浮车间压力溶气罐;静态混合器为 DN65钢管制成。浊度采用厦门产 TSZ - 2型散射光浊度仪测定;流量采用 LZB - 100型转子流量计测定。

2 结果与分析

2.1 无斜板装置时的运行效果

首先,进行浮沉池中不加入斜板装置的气浮运

行效果试验。试验原水分为低浊度(1.5~3.0 NTU)、中浊度(10~15 NTU)、较高浊度(30~50 NTU)和高浊度(80~100 NTU)四类,其中较高浊度和高浊度原水用松花江水加泥人工配制。试验采用统一的回流比(8%)和溶气压力(0.32 MPa),水温均为 3.0℃,混凝剂为液体聚合氯化铝,对四种浊度原水的处理效果见图 2。

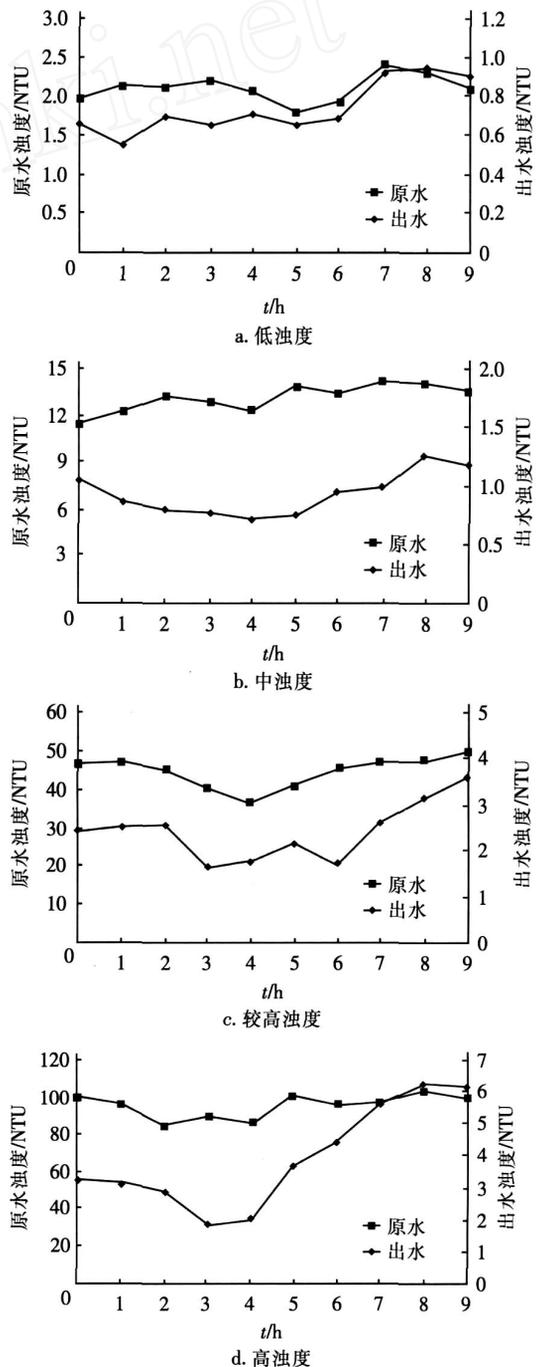


图 2 无斜板浮沉池对不同浊度原水的处理效果

Fig 2 Turbidity removal effect without inclined plate

由图 2 可知,浮沉池中不加入斜板装置时对各类浊度的原水均有良好的净水效果: 对于低浊度松花江水,整个监测时段内出水浊度保持在 0.60 ~ 0.95 NTU 范围内,去除率保持在 57% ~ 75%。7 h 后系统出水浊度略有升高,此时水面浮渣层开始有少量浮渣下落。对于中浊度松花江原水,整个监测时段内出水浊度保持在 0.7 ~ 1.3 NTU 范围内,去除率保持在 90% ~ 95%。6 h 后系统出水浊度略有升高,浮渣层开始少量落渣。对于较高浊度人工配水,整个监测时段内出水浊度保持在 1.6 ~ 3.5 NTU 范围内,去除率保持在 92% ~ 96%。7 h 后系统出水浊度明显升高,此时可发现有明显的落渣现象。对于高浊度人工配水,整个监测时段内出水浊度保持在 1.9 ~ 6.5 NTU 范围内,去除率保持在 94% ~ 98%。5 h 后系统出水浊度明显升高,而且从 6.5 h 开始出水浊度已高于 5.0 NTU,此时落渣现象严重。需要指出的是,系统排渣后出水水质即可恢复,这一点已通过试验证实。

2.2 有斜板装置时的运行效果

浮沉池中加入斜板装置后的气浮运行效果见图 3。试验同样采用低浊度、中浊度、较高浊度和高浊度四类原水以及统一的回流比 (8%) 和溶气压力 (0.32 MPa)。由图 3 可知,加入斜板装置后,系统对各类浊度原水的净水效果虽均有所下降,但仍有良好的效果: 对于低浊度水,整个监测时段内出水浊度保持在 0.65 ~ 1.05 NTU 范围内,去除率保持在 55% ~ 70%。6 h 后系统出水浊度逐渐缓慢升高,此时开始有少量浮渣下落。对于中浊度水,整个监测时段内出水浊度保持在 0.8 ~ 1.7 NTU 范围内,去除率保持在 88% ~ 93%。6 h 后系统出水浊度逐渐升高,此时少量浮渣开始下落。对于较高浊度的人工配水,整个监测时段内出水浊度可保持在 2.4 ~ 4.2 NTU 范围内,去除率保持在 92% ~ 95%。6 h 后系统出水浊度逐渐升高,此时分离区浮渣层开始落渣。对于高浊度人工配水,整个监测时段内出水浊度可保持在 2.8 ~ 7.0 NTU 范围内,去除率保持在 93% ~ 97%。但随浮渣层的加厚,出水浊度恶化趋势更为明显,5 h 后系统出水浊度明显升高,浮渣层落渣现象严重。由此可见,浮沉池中加入斜板装置对去除浊度有一定的不利影响:

对于低浊度原水,加入斜板装置后气浮运行效果基本不受影响,对浊度去除效果略有下降,但下降幅

度非常小; 对于中浊度、较高浊度及高浊度原水,加入斜板装置后,气浮对浊度的去除效果有较小的下降幅度; 加入斜板装置后,气浮落渣现象加重,排渣周期缩短。

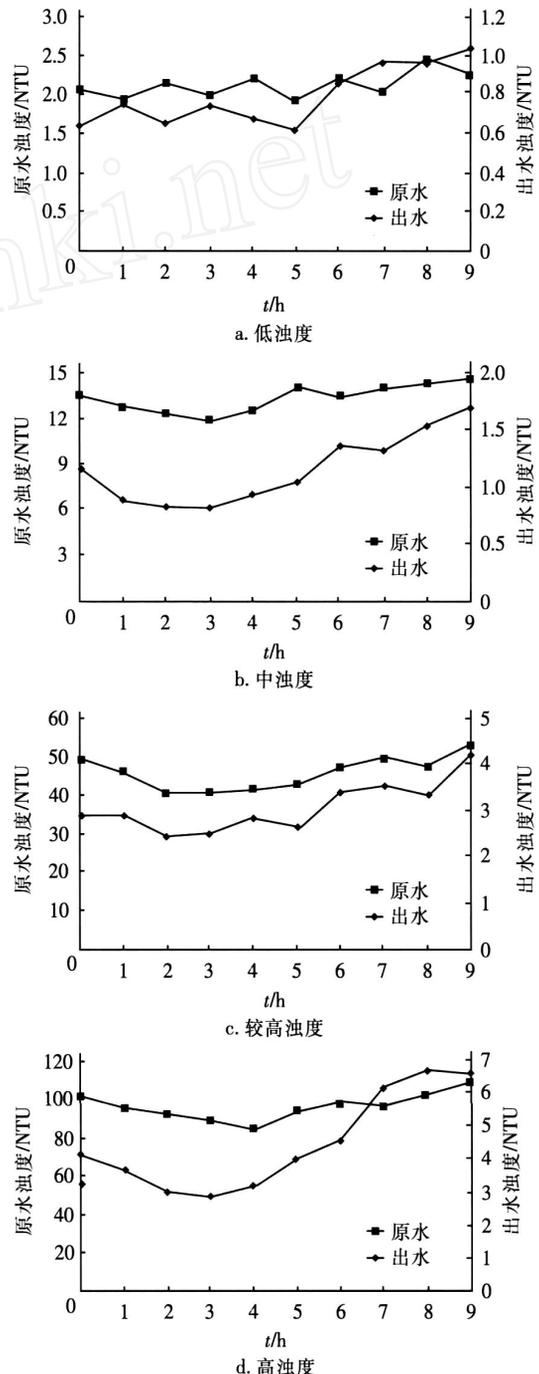


图 3 有斜板时对不同浊度原水的处理效果

Fig 3 Turbidity removal effect with inclined plate

2.3 斜板装置对气浮运行过程影响的微观分析

为了更全面地分析分离区加入斜板装置后对气浮运行效果所产生的影响,结合试验现象,深入分析

了斜板装置在气浮运行过程中所产生的各种效应及其对气浮分离区产生的影响。其中,有利影响包括:

斜板能起到均匀布水作用,有利于提高出水水质。

斜板装置的加入有效降低了斜板间水流湿周,从而有效降低了水流雷诺数 (Re) 和水流紊动强度,有利于絮体结合体在分离区的上浮。流入斜板区的微小气泡沿斜板下表面不断聚集、长大,然后在浮力作用下沿斜板下表面缓慢上升,并最终离开斜板区浮至浮渣层,因此斜板装置可有效去除气浮出水中的部分微小气泡,降低了微小气泡对后续过滤工艺的不利影响。由于斜板间距较小,水流进入斜板区后会在水流剪切作用下发生二次絮凝作用,部分在接触区不能和气泡有效结合的微小絮体颗粒乃至胶体颗粒可进一步长大,并与进入斜板区的微气泡再次发生碰撞、粘附而上浮,最终得到去除,从而进一步降低了出水浊度。

不利影响包括:斜板装置的加入降低了气浮分离区的有效水深,从而降低了絮体结合体在分离区的有效分离时间。斜板装置在收集微小气泡的同时会产生直径为 1 mm 左右的较大气泡,较大气泡在上升过程中产生较强的水流扰动,可打碎部分絮体结合体而影响出水水质。在斜板下表面聚集产生的较大气泡浮至浮渣层时会产生较大冲击力,严重时可能导致局部浮渣层被破坏而产生落渣现象。

由于水流扰动而与气泡再次分离的絮体颗粒落至斜板上表面后,沿斜板上表面下滑并发生二次絮凝作用进一步长大,产生的大尺寸颗粒(有时可达 2 ~ 3 cm)沿斜板表面继续下滑进入出水,使出水水质受到影响。如果没有斜板装置,这部分微小絮体可与进入分离区的微气泡再次发生碰撞、粘附而上浮至浮渣层。

由上述分析可知,分离区加入斜板装置对气浮运行效果具有双重效应。随原水浊度的增加,分离区浮渣层含泥量增大,导致浮渣密度变大、粘性降低,抵抗较大气泡撞击的能力减弱。当分离区加入斜板装置后,较大气泡撞击水面浮渣层时,更容易破坏局部渣层而产生落渣现象,导致排渣周期缩短。而且,当落渣降至斜板上表面后,更容易沿斜板表面

下滑至浮沉池底部而随出水排走。因此,斜板装置对气浮净水效果的不利影响随原水浊度的升高而加大。

需要指出的是,上述气浮净水效果主要指对浊度的去除效果。尽管气浮工艺对原水有机物也具有一定的强化去除作用,但去除效果主要与混凝预处理及气浮接触区和分离区上部气、水、固三相之间的相互作用有关^[4]。由于浮沉池设计时一般保证斜板上方留有一定的淹没水深(一般为 300 mm 左右),加入斜板装置后对气浮接触区和分离区上部的分层流结构破坏不大,因此对有机物的去除效果影响很小。

3 结论

浮沉池内部斜板装置的加入,对气浮运行效果具有双重效应:在处理低浊水时,对气浮净水效果基本无影响;随原水浊度和浮渣层厚度的增加,斜板装置产生的不利影响略有增加,且落渣现象有加重趋势,导致排渣周期缩短;由于斜板装置对气浮接触区和分离区上部的分层流结构破坏不大,因此对于有机污染物的去除效果无太大的影响。

参考文献:

- [1] 王占生,刘文君. 微污染源饮用水处理 [M]. 北京:中国建筑工业出版社,1999.
- [2] Kiuru H J. Development of dissolved air flotation technology from the first generation to the newest (third) one (DAF in turbulent flow conditions) [J]. Water Sci Technol, 2001, 43 (18): 1 - 7.
- [3] Lundh M, Jonsson L, Dahlquist J. Experimental studies of the fluid dynamics in the separation zone in dissolved air flotation [J]. Water Res, 2000, 34 (1): 21 - 30.
- [4] 马军,王静超,刘芳,等. 利用溶气气浮工艺强化处理低浊高色富含有机物地表水 [J]. 给水排水, 2004, 30 (9): 21 - 26.

电话: 13342095766

E-mail: w_jc@sina.com

收稿日期: 2007 - 12 - 21