

文章编号:1005-0523(2006)05-0009-03

涡流反应器及其在即墨市南水厂的应用

张鹏天¹, 胡锋平², 张琪², 马双群², 戴红玲²

(1. 山东省即墨市自来水公司 山东 即墨 266200; 2. 华东交通大学 江西 南昌 330013)

摘要:介绍了混凝工艺新技术—涡流反应器及其混凝机理, 涡流反应器应用于即墨市自来水公司市南水厂水力循环澄清池技术改造中, 处理规模由 $10\ 000\text{m}^3/\text{d}$ 提高到 $15\ 000\text{m}^3/\text{d}$, 澄清池出水浊度低于 3NTU , 经重力式无阀滤池过滤后出水浊度在 1NTU 以下。

关键词: 混凝; 涡流反应器; 水力循环澄清池; 浊度

中图分类号: X12

文献标识码: A

1 涡流反应器

涡流反应器是在给水处理网格混凝工艺基础上为提高絮凝效果而开发研制出来的絮凝反应器, 是华东交通大学的专利产品, 专利号: CN00249081.1.

1.1 涡流反应器的结构和特点

涡流反应器是以 ABS 塑料为材料制成的多孔空心球体, 表面开孔率为 $45\% \sim 65\%$, 球体内外表面制成糙面, 涡流反应器壁厚一般为 2mm 左右, 具体根据实际情况确定。

涡流反应器具有以下特点: (1) 处理效率高, 是传统工艺的 $1.5 \sim 2$ 倍; (2) 结构简单, 易于生产和运输; (3) 工程施工简单, 安装时无需固定, 且无方向性要求, 只需直接投入池中即可; (4) 选材方便, 以 ABS 塑料为材料, 强度高, 抗老化性好, 使用寿命可达 50 年以上; (5) 管理方便, 清洗维护时, 只需把涡流反应器捞出清洗即可; (6) 不易堵塞。

1.2 涡流反应器的絮凝机理

涡流反应器的絮凝机理主要是涡流絮凝和接触絮凝。

1.2.1 涡流絮凝

涡流反应器是在对网格混凝工艺改造过程中

研制出来的, 该反应器保留了网格絮凝池混凝工艺特点, 即在网格絮凝池中, 当水流通过网格时, 相继收缩、扩大, 形成涡旋, 造成颗粒碰撞。其所形成的水流紊动接近于局部各向同性紊流。

局部各向同性紊流理论是 Kolmogoroff 提出的, 该理论认为在各向同性紊流中存在各种尺寸大小不等的涡旋。而涡旋的能量输送是按从大涡旋向小涡旋逐级传递的。随着小涡旋的产生和数量的逐渐增多, 水的粘性影响开始增强, 从而产生能量损耗。其中大涡旋主要起两个作用: 一是使流体各部分相互掺混, 使颗粒均匀扩散于流体中; 二是将外界获得的能量输送给小涡旋。大涡旋往往使颗粒作整体移动而不会相互碰撞, 而尺度过小的涡旋其强度往往不足以推动颗粒碰撞, 只有涡旋尺度与颗粒尺寸相近(或涡旋碰撞半径相近)才会引起颗粒间相互碰撞, 众多小涡旋在流体中作无规则的脉动造成颗粒碰撞, 类似异向絮凝中布朗扩散所造成的颗粒碰撞。

涡流反应器是通过在空心球体上的开孔形成网格效果的, 与传统网格工艺相比, 涡流反应器是在球面上形成网格的, 它的网格具有多方位多角度的特点, 涡流反应器单位体积网格数远大于传统网格工艺。所以涡流反应器在形成有效微涡流数量上远大于传统网格工艺。

收稿日期: 2006-05-15

基金项目: 江西省教育厅科技计划项目“赣教技字[2006]188号”资助

作者简介: 张鹏天(1972~), 男, 山东即墨人, 工程师, 从事水处理技术的研究和自来水管厂的运营管理。

1.2.2 接触絮凝

接触絮凝是指悬浮絮体(即通常说的泥渣)对水流中的脱稳胶体产生吸附絮凝作用.当水流通过涡流反应器时,其外部流速大于其内部流速,这样就使其内部积累大量矾花絮状体,当水中的脱稳胶体接触这些矾花絮状体时,胶体被吸附,矾花絮状体增大.由于每个涡流反应器内部都积累大量矾花絮状体,所以接触絮凝就成为涡流反应器技术中主要的絮凝方式.

2 涡流反应器在山东即墨市南水厂中的应用

山东省即墨市自来水公司市南水厂改扩建工程对该水厂处理规模 $10\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ 水力循环澄清池(实际产水量为 $7\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ 左右),经技术改后达到 $15\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$,改造中采用了涡流反应器技术,经过1年多的运行,效果明显.

2.1 改造指导思想

充分利用涡流反应器提高混凝效果,利用斜管提高沉淀效果,从而达到提高水力循环澄清池的产水量和改善出水水质.

2.2 工作原理

原水投加絮凝剂后经喷咀喷入喉管,在喉管下部喇叭口附近形成真空吸入活性泥渣,原水与回流活性泥渣在喉管中快速混合,进入第一絮凝室和第二絮凝室.经第一絮凝室和第二絮凝室涡流反应器完成絮凝过程.第二絮凝室的泥水混合物通过斜管沉淀区,泥水分离,分离后的活性泥渣一部分作为污泥排放,一部分回流进入第一絮凝室,清水进入滤池.

2.3 改造设计要点

(1)标准图中的反应区为倒锥体,设计改为柱体加锥体(如图1),标准图中反应筒尺寸为 $D3039 \times 530$, $H=4\ 682\ \text{mm}$,改造后的反应筒尺寸为:柱体部分为 $D3\ 000\ \text{mm}$, $H=3\ 925\ \text{mm}$,倒锥体部分为 $D3\ 000 \times 5\ 000\ \text{mm}$, $H=2\ 500$.经改造后,第一絮凝室容积增大;(2)第一絮凝室和第二絮凝室投加涡流反应器,通过涡流絮凝和接触絮凝提高絮凝效果,涡流反应器直径 $200\ \text{mm}$,壁厚 $2\ \text{mm}$ 左右,原材料为ABS工程塑料,共计 $62\ \text{m}^3$;(3)沉淀区增设无毒聚氯乙烯斜管,孔径为 $30\ \text{mm}$,壁厚 $0.6\ \text{mm}$,斜管长 $1\ 000$

mm ,斜管倾角为 60° .以提高沉淀区的沉淀效果(沉淀区的上升流速设计为 $2.0\ \text{mm}/\text{s}$). (4)降低水力循环澄清池回流比,传统水力循环澄清池回流比一般为 $1:2$ 至 $1:4$,本设计回流比采用 $1:2$,喉管和喇叭口的高度采用池顶的升降控制阀进行调节, (5)缩短喉管长度,传统水力循环澄清池水流在喉管中停留时间为 $0.5\sim 0.7\ \text{s}$,本设计采用 $0.1\ \text{s}$,喉管长度由 $1\ 800\ \text{mm}$ 改为 $250\ \text{mm}$,提高了第一絮凝区体积. (6)喷咀出口流速较传统水力循环澄清池出口流速 ($8\ \text{m}/\text{s}$) 低,喷咀出口直径为 $200\ \text{mm}$,出口流速 $5.5\ \text{m}/\text{s}$,降低了能耗. (7)沉淀区与絮凝室间的隔墙向下延长 1.5 米,以增加絮凝室与沉淀区的容积,提高澄清池的容积利用率. (8)在池底增设环形穿孔排泥管,管径为 $100\ \text{mm}$,孔径 $15\ \text{mm}$,开孔间距 $300\ \text{mm}$,成 45° 向下交错,高压反冲洗水管与排泥管连接,以冲洗池底积泥.

2.4 运行情况

即墨市自来水公司市南水厂原水力循环澄清池设计规模为 $10\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$,改造前实际产水量仅为 $7\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ 左右,澄清池出水浊度常年在 $5\ \text{NTU}$ 以上,经重力式无阀滤池过滤后出水浊度在 $3\ \text{NTU}$ 左右,不能满足现行城市供水水质标准 CJ/T206-2005 的要求,经改造后,产水量比原池实际提高了 1 倍以上,达到 $15\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$,且澄清池出水水质得到明显提高,滤前水浊度 $< 3\ \text{NTU}$,滤后水浊度 $< 1\ \text{NTU}$,满足了现行的城市供水水质标准 CJ/T206-2005 的要求.

运行过程中未出现过翻池现象.

3 结论

利用涡流反应器进行混凝工艺技术改造有施工简单,安装方便,混凝效率高,出水质量优,水质、水量变化适应能力强,维护管理简便等特点,而且反应器使用寿命长(可达到 50 年以上).

涡流反应器应用于即墨市自来水公司市南水厂,处理规模由 $10\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$ (实际产水量 $7\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$) 提高到 $15\ 000\ \text{m}^3/\text{d}$,澄清池出水浊度低于 $3\ \text{NTU}$,经重力式无阀滤池过滤后出水浊度在 $1\ \text{NTU}$ 以下,增加吨水投资 60 元以下,达到了预期的目的.

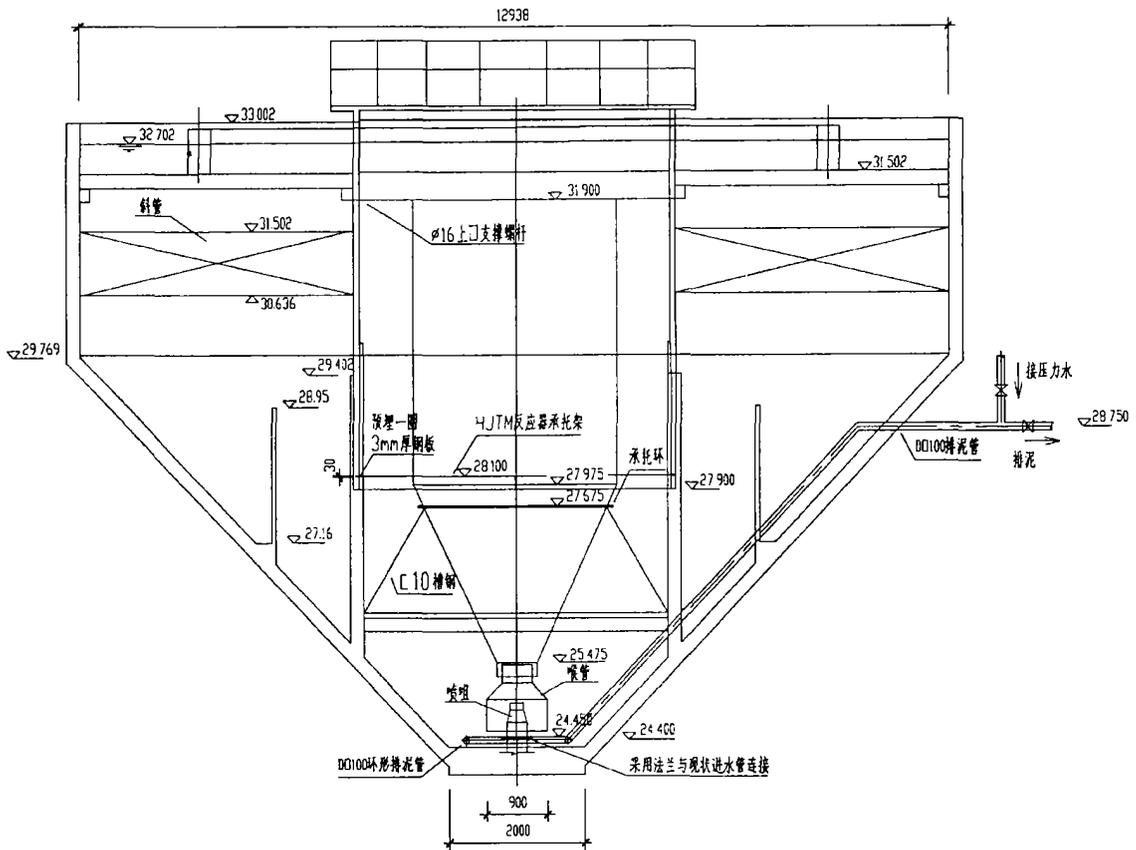


图 1 水力循环澄清池改造示意图

参考文献:

[1] 严煦世. 给水工程[M]. (第四版). 北京: 中国建筑工业出版社. 1999.

[2] 胡锋平, 等. 水力循环澄清池改造设计及实践[J]. 给水排水. 1999, 25(12): 28~29.

[3] 徐大伟, 等. 水力循环澄清池的改进与设计[J]. 中国给水排水. 1998, 14(2): 18~22.

[4] 王绍文. 惯性效应在絮凝中的动力学作用[J]. 中国给水排水. 1998, 14(2): 13~15.

Micro-whirling Reactor and its Applications in South City Water Supply Plant of Jimo Water Supply Company

ZHANG Peng-tian¹, HU Feng-ping², ZHANG Qi², MA Shuang-qun², DAI Hong-ling²

(1. Jimo Water Supply Company, Jimo, Shandong 266200; 2. East China Jiao Tong University, Nanchang, 330013 China)

Abstract: Micro-whirling Reactor which is the new technology of coagulation and it's working mechanism are illustrated in the paper, and its application in hydraulic circulating clarifier in south city water supply plant of Jimo water supply company is introduced. The treatment scale of the plant is increased from 10000m³/d to 15000m³/d. The effluent turbidity of hydraulic circulating clarifier is lower than 3NTU and the effluent turbidity of gravity valveless filter is lower than 1NTU.

Key words: coagulation; micro-whirling reactor; hydraulic circulating clarifier; turbidity