

技术改造

## 用斜管(板)沉降系统改造矩形平流沉淀池 ——平流斜管(板)组合沉淀池

罗岳平<sup>1</sup> 邱振华<sup>1</sup> 李 宁<sup>1</sup> 施 周<sup>2</sup>

(1. 长沙市自来水公司, 湖南 长沙 410015 2. 湖南大学土木工程学院水工程与科学系, 湖南 长沙 410082)

**摘要** 对矩形平流沉淀池的设计、运行特点和缺陷进行全面评价。论述了用斜管或斜板沉降系统改造矩形平流沉淀池的合理性, 同时讨论了设计组合沉降系统的技术关键, 以此提高沉淀池出水水质。

**关键词** 沉淀 斜管 斜板

### Modification Rectangular Sedimentation Tank with Tube or Lamella Separator

Luo Yueping<sup>1</sup> Qiu Zhenhua<sup>1</sup> Li Ning<sup>1</sup> Shi Zhou<sup>2</sup>

(1. Water Supply Company of Changsha, Changsha 410015, China;

2. Civil Engineering College, Hunan University, Changsha 410082, China)

**Abstract** In this paper, design, operation and defect of rectangular sedimentation tank were evaluated comprehensively. The rational of modification rectangular sedimentation tank with tube or Lamella separator was discussed. Key design parameters of the combination was also presented to improve operation efficiency and water quality.

**Keywords** sedimentation tube separator lamella separator

沉淀是自来水生产的关键工艺之一。在沉淀池内, 悬浮固体发生重力沉降而从水中分离。沉淀效率高, 则悬浮固体除去量大, 有利于提高出厂水水质。

#### 1 用斜管或斜板沉淀系统改造矩形平流沉淀池

在很长一段时间内, 出厂水的浊度只要控制在 5NTU 以下, 相应的沉淀池出水浊度标准在 10~15NTU 范围内。由于降低出厂水浊度的重要性逐渐被认识, 对沉淀处理的要求在提高。而当前正在使用的沉淀池普遍水力停留时间短, 跑矾花现象比较严重, 试图通过加大絮凝药剂用量而降低沉淀池出水浊度的实际效果有限。适当的构筑物改造对提高短小沉淀池的处理能力是必要的。

斜管或斜板沉淀系统大大增加沉淀面积, 改善了沉淀池的水力条件, 使沉淀池的处理能力大幅度提高。然而, 由于待处理水在斜管或斜板内的水力停留时间短(斜管 3~5 分钟, 斜板则 15~20 分钟, 取决于斜管或斜板模型和表面负荷率), 快速沉降系统抗水量、水质冲击负荷能力普遍差, 如果预处理效果不好, 则沉淀出水水质易发生变化而破坏供水水

质的稳定性。

矩形平流沉淀池前 1/4~1/3 部分的自然沉降效率高, 快速沉降系统对颗粒沉降过程的促进作用并不大, 反而易造成管板的堵塞; 另一方面, 矩形平流沉淀池前段的水力条件难控制, 如果配水不匀或紊流严重, 要保证斜管内的平流状态, 则需增加斜管长度, 给设计、安装带来困难。在沉淀池中后段建造快速沉降系统可能是最理想的改造方案。

本文所讨论的平流——斜管或斜板组合沉淀池的优势在于: (1) 保留了平流沉淀池对水质变化的缓冲作用, 沉淀系统具有良好的稳定生产能力。根据运行经验, 悬浮颗粒物的自然沉降主要发生在矩形平流池的前 1/4~1/3 部分。因此, 即使待处理水的悬浮颗粒物含量增加, 由于平流池的除浊作用, 斜管或斜板沉降系统所受冲击小, 有利于系统功能的正常发挥, 因而能保持出水水质的相对稳定; (2) 允许一定程度的超负荷生产。在矩形平流池内, 尽管部分轻小颗粒可与大而重的颗粒发生共沉降, 但总是有少量既未自沉也未被共沉的颗粒物流入沉淀池末

端。安装斜管或斜板沉降系统后,颗粒间可能再次发生碰撞而沉降。考虑到斜管或斜板的高沉淀效率,可以适当降低对进水浊度的要求,因此允许一定程度的超负荷运行。有资料表明,理想状态下,在平流沉淀池出水区加装斜管或斜板沉降系统后,出水量可提高到原来的2~3倍;(3)提高了沉淀系统的运行可靠性。絮凝药剂的适量投加、混合质量等对矩形平流沉淀池处理效率的影响很大,药剂投加量不足,很容易发生沉淀出水水质恶化等事故。而在池内安装斜管或斜板后,即使对水质或水量变化的反应不及时,由于斜管或斜板的再次絮凝沉淀效应,对出水水质的影响也不会很大。显然,平流—斜管或斜板组合沉淀池的安全性能好,能够耐受一定的操作失误;(4)建造斜管或斜板沉降系统后,沉淀池内的水力、水流条件发生有利于控制短流、紊流、密度流等的变化,减少了气温、风力等自然因素对沉淀效率的影响;(5)节省资金。扩建平流沉淀池或将平流池整体改造为斜管或斜板快速沉降系统都要消耗比建造组合沉淀池高得多的费用。

## 2 平流—斜管或斜板组合沉淀池的基本构造

平流—斜管或斜板组合沉淀池的基本构造见图1和图2。为充分利用密度大的颗粒的自然沉降作用并提高配水水力条件,沉淀池前1/4或1/3部分设计为开敞式,也可从1/2处开始安装斜管或斜板。

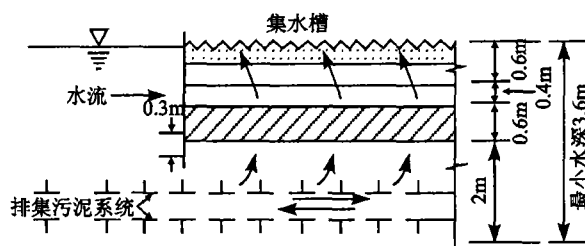


图1 矩形平流—斜管组合沉淀池结构示意图

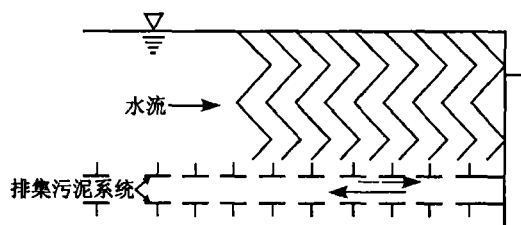


图2 矩形平流—斜板组合沉淀池结构示意图

安装斜管沉降系统的池深不得小于3.6m。其中,斜管下部与池底的间距不得小于2m,而斜管上部与集水槽的间距不得小于0.8m。

## 3 平流—斜管或斜板组合沉淀池设计的技术关键

### 3.1 提高预处理效果,形成沉降性能良好的絮体

药剂类型、混合和絮凝质量等预处理因素直接影响可沉降絮体的生长行为。当前,我国主要采取水力混合和絮凝工艺,对混合和絮凝过程的人工调控能力不强,因而对药剂合理投加、混合和絮凝过程的设计等的要求较高。应通过强化预处理过程,形成更多易沉淀去除的絮体。

### 3.2 均匀配水

均匀配水是控制水在沉淀池内的流态,消除短流、紊流等破坏性水力条件的关键因素。可通过设置挡水墙防止短流,建造花墙入口来均匀分配流速,达到改善进入斜管或斜板沉降系统的水流状态的目的。

尽管雷诺数(Re)和弗劳德数(Fr)未被列为斜管或斜板沉降系统的设计标准,但为保证管或板内的水流处于平流状态,雷诺数应小于200,最好在50左右,而弗劳德数要大于 $10^{-5}$ 。将模块安装在稳定水流区,如水体中部,是维持管或板内平流的有效措施。

### 3.3 研究颗粒在斜管或斜板内的沉降规律,选择适当类型的模块

根据颗粒在斜管或斜板内的凝聚沉降规律,选择沉降表面积大,水力效率高且不易被堵塞的模块。经验表明,六角形蜂窝斜管的综合性能佳。尽管斜管水力半径小,雷诺数低,但沉降能力较斜板强,而斜板在经济成本上占很大优势。

斜管或斜板的倾斜角度是基本设计参数。Culp于1968年首次研究了斜管或斜板倾斜角度对沉淀效率的影响。将倾斜角度调节为0、5、20、35、40、45、60和90度,对比研究表明,倾斜45~60度时的沉淀效率最高,沉降颗粒的“自净”作用强。

### 3.4 维持水力平衡,合理设计斜管或斜板的处理负荷

尽管斜管或斜板沉降系统可在保证出水水质的情况下使表面负荷率提高100~200%,但在寒冷地区,斜管的最大表面负荷率应控制在5~6.3m/h,暖热带地区也不宜超过7.5~8.8m/h范围。

### 3.5 有效排泥

斜管或斜板的悬浮颗粒除去效率高,因而池底污泥积累速度快,带来的主要危害包括:(1)降低有效沉降深度,干扰配水;(2)发生了沉降的颗粒易再悬浮,增加斜管或斜板的处理负荷;(3)沉积污泥内完成的有机物降解和微生物活动等过程产生异臭异味。为保证沉淀系统的正常运行,必须建造有效的排泥系统。此外,污泥收集方式是影响设计安装斜管或斜板所需最小水深的重要依据。

排泥系统的选用主要取决于当地气候、原水悬浮颗粒的性质和数量、絮凝剂的类型和用量、环境美学、经济成本等因素。由于受垂直空间限制,轨道刮板循环排泥常用于斜管或斜板沉降系统的连续排泥。刮板排泥的主要优势表现在:(1)适用于各种环境。如果水中磨损性砂砾石含量少,维修量小;(2)刮板运行缓慢(一般 $<0.3\text{m/min}$ ),对上层水体的扰动小,同时减少了沉降颗粒的再悬浮;(3)刮出污泥的含固率高,减少了污泥的体积,相应降低了污泥处理费用;(4)不受表层水体结冰影响。

### 3.6 均匀集水

以建造长方形断面集水槽为宜,槽长按覆盖全部斜管或斜板安装区域设计。

### 3.7 其他控制技术

设计适当的支持系统,便于吊装和拆卸清洗斜管或斜板。选用卫生、坚固的斜管或斜板材料。

细菌或藻类生长和材料老化等是降低斜管或斜板沉降系统性能的重要破坏性因素,设计较深的出水区为主要控制对策。

有些水厂用石灰等化学物质调节待处理水的碱度、硬度等化学性质,要防止  $\text{CaCO}_3$  等沉积物在模内积累,缩小过水断面。

第一作者简介:罗岳平,1971年2月出生,理学硕士,工程师,副主任工程师,主要从事给水处理技术研究及生产管理工作。

## 《中国无机分析化学文摘》2004年征订启事

《中国无机分析化学文摘》经国家科委批准,1984年创刊,公开发刊(刊号 ISSN1003-5249/CN11-1835/06),本刊以文摘、简介及题录形式报道国内公开发行的有关无机分析化学的期刊300余种及各种会议论文集、新标准、新书目等,年收录文献3000篇左右,栏目分为:一般问题、重量法与滴定法、光度法、电化学分析、光谱分析、色谱分析、物相分析、气体分析、活化分析、质谱分析、分离方法、贵金属分析专栏等十二大类。为便于读者检索,每期附有按被检测元素及阴离子编排的索引。读者对象:冶金、有色金属、地质机械、半导体材料、宇航、核技术、石油、化工、建材、环保、食品、农林、医药、卫生防疫、商品检验等部门分析工作者及有关院校师生。

在每次全国科技文献检索期刊评比中本刊均获奖,本刊是了解国内无机分析动态的窗口;是检索国内文献的理想工具;是普及推广新技术的阵地;是分析工作者的得力助手。

本刊2004年出版四期(季刊)及2004年年度主题与作者索引一本,激光照排,胶版印刷,大16开,每期100页左右,定价12.00元,全年订费为60.00元(含邮费)。2004年仍由编辑部发行。欲订者请向编辑部索取订单并汇款至:北京西直门外文兴街1号 北京矿冶研究总院《中国无机分析化学文摘》编辑部,邮政编码:100044,电话:(010)68333366-3415。

## 欢迎订阅《工业用水与废水》杂志

《工业用水与废水》杂志是经国家科学技术部批准,全国化工给排水设计技术中心站主办,1970年创刊并国内外公开发行的专业性期刊。是中国土木工程学会水工业分会工业给水排水委员会会刊。国内统一刊号 CN34-1204/TQ,国际标准刊号:ISSN1009-2455。

《工业用水与废水》杂志是国内创刊较早的给排水、水处理和环保专业期刊。权威性高,反映水处理行业的学术水平和发展方向;实用性强,报道本行业的重大科研成果与进展,新技术、新产品和新材料的工程应用。

主要栏目:专论与综述、工厂用水、废水处理、技术与经验、消防设计、设备与材料、标准规范、计算机应用、科技信息。

本刊入选《中国核心期刊数据库》、中国科技论文统计源期刊、中国科技期刊(光盘版)、美国《化学文摘》、《剑桥科学文摘》及俄罗斯《文摘杂志》期刊。

读者对象:适合化工、石油石化、环保、电力、市政工程、机械、冶金、轻工、纺织等行业的给排水和环保专业的科研及工程技术人员以及大专院校的师生和相关管理人员阅读。

本刊发行量大,影响面广,设计、印刷精美,是给排水、环保企业扩大产品影响的首选媒体。

《工业用水与废水》为双月刊,80页。单价8.00元/本,全年共48.00元。邮发代号26-159,全国各地邮政局(所)均可订阅,也可直接与编辑部联系。

地址:合肥市望江东路70号《工业用水与废水》编辑部 邮编:230024

电话:0551-3626465 3621791 传真:0551-3621791 电子信箱:cniiww@mail.hf.ah.cn