

工程实例

平流斜管组合沉淀池在水厂改扩建工程中的应用

屈柳俊, 曹宇安, 罗鹏程

(中山公用事业集团股份有限公司, 广东 中山 528400)

摘要: 重点介绍了中山市镇区水厂第三期扩建工程平流斜管组合沉淀池的设计特点及关键技术。该工程设计规模为 $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 采用管道混合 + 折板絮凝池 + 平流斜管组合沉淀池 + V型滤池 + 消毒常规处理工艺。运行结果表明, 平流斜管组合沉淀池可显著提高除浊效率和沉淀系统的运行可靠性, 同时还能有效降低滤池负荷和水厂电耗。平流斜管组合沉淀池的实际工程案例和运行数据对其他水厂的升级改造工程具有参考意义。

关键词: 水厂改扩建; 常规处理工艺; 平流斜管组合沉淀池

中图分类号: TU991.2 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)12-0079-04

Application of Horizontal-flow Inclined-tube Sedimentation Tank in Waterworks Reconstruction and Extension

QU Liu-jun, CAO Yu-an, LUO Peng-cheng

(Zhongshan Public Utilities Group Co. Ltd., Zhongshan 528400, China)

Abstract: The design characteristics and key technologies of the horizontal-flow inclined-tube sedimentation tank in the third phase expansion project of Zhongshan Municipal Waterworks were introduced. The conventional treatment process of pipe mixing, folded-plate flocculation, horizontal-flow inclined-tube sedimentation tank, V type filter and disinfection is adopted with capacity of $50\,000 \text{ m}^3/\text{d}$. The results showed that the horizontal-flow inclined-tube sedimentation tank could significantly improve turbidity removal efficiency and the operation reliability of sedimentation system, and also effectively reduced the filtration load and electricity consumption. The actual engineering cases and operation data of the horizontal-flow inclined-tube sedimentation tank were provided in this paper as reference for upgrading and transformation of other waterworks.

Key words: waterworks reconstruction and extension; conventional treatment process; horizontal-flow inclined-tube sedimentation tank

中山市镇区水厂始建于20世纪80年代, 占地面积为 2.67 hm^2 。水厂采用常规处理工艺, 原处理规模为 $8 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 包含一期系统 ($3 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 采用斜管沉淀池 + 虹吸滤池的工艺) 和二期系统 ($5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 采用平流沉淀池 + V型滤池)。原水取自珠江支流东海水道, 水源水质良好, 基本达到地表水Ⅱ类水质标准。随着城市建设规模及工业的快速

发展, 用水量不断增长, 水厂长期处于超负荷生产状态。为保障城镇供水安全, 中山市镇区水厂于2014年开展第三期系统建设, 工程总投资为2200万元。

1 工艺流程及设计参数

1.1 工艺流程

中山市镇区水厂第三期系统工艺流程见图1。设计规模为 $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 自用水系数为5%。

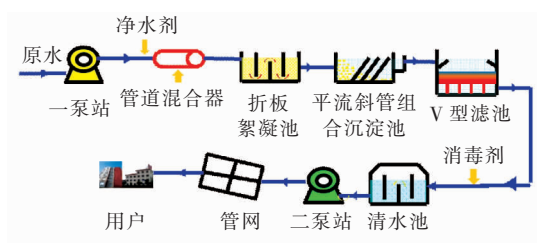


图1 三期工程设计工艺流程

Fig. 1 Design process flow of the third phase project

1.2 主要构筑物及设计参数

① 折板絮凝池。水力停留时间为 20 min, G 值为 15.4 s^{-1} , GT 值为 1.85×10^5 。平面尺寸为 $14.5 \text{ m} \times 15.5 \text{ m}$, 有效水深为 4.3 m。絮凝池采用双排穿孔管排泥, 管径 DN200, 共设 20 个气动快速排泥阀, 实现自动排泥。

② 平流斜管组合沉淀池。设 1 座, 分 2 格, 单格平面尺寸为 $86.4 \text{ m} \times 7.45 \text{ m}$, 其中沉淀池前 4/5 段为矩形平流段, 水深 3.9 m; 斜管沉淀段长 18 m, 水深 5.2 m, 排泥区高 0.950 m, 配水区高 1.68 m, 清水区高 1 m。整个沉淀池水力停留时间为 2 h, 水平流速为 12 mm/s , 弗劳德数为 1.6×10^{-5} 。在斜管沉淀段进水处设置竖向挡板, 以防表面水短流。沉淀池平流段采用泵吸/虹吸两用式吸泥机, 斜管段采用穿孔管重力排泥, 共设 12 个 V 型槽, 每个 V 型槽单独设排泥管, 管径为 DN150, 排泥管端部设手动蝶阀和气动快速排泥阀, 实现定时或连续重力排泥。

折板絮凝池 + 平流斜管组合沉淀池见图 2。

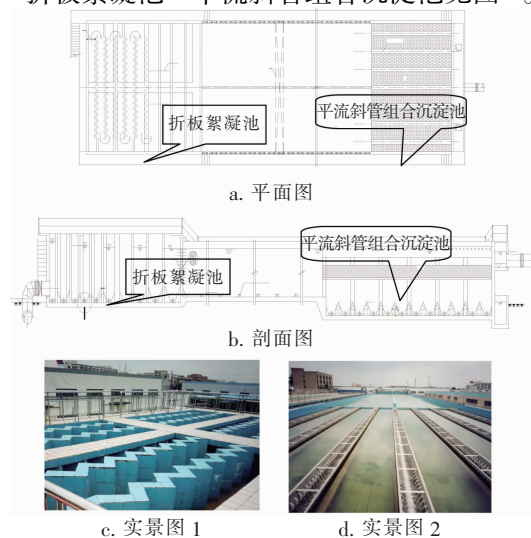


图2 折板絮凝池 + 平流斜管组合沉淀池

Fig. 2 Folded-plate flocculation + horizontal-flow inclined-tube sedimentation tank

③ V 型滤池。1 座, 分为 4 格, 单格尺寸为 $12.96 \text{ m} \times 9.5 \text{ m}$, 双排布置。滤池设计滤速为 8.7 m/h , 强制滤速为 10.9 m/h , 采用均质滤料, 厚度为 1.35 m, 不均匀系数为 1.2。滤池深度为 4.1 m, 滤层上部水深为 1.32 m, 配水配气区高度为 0.95 m。配水配气系统采用长柄滤头, 均匀布置在滤板上, 以保证反冲洗配水配气均匀。滤池采用气水反冲洗, 先单独气洗, 冲洗强度为 $14 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 冲洗时间为 3 min; 然后气水同时洗, 气冲强度采用 $14 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 水冲洗强度采用 $5 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 冲洗时间为 4 min; 最后清水洗, 冲洗强度采用 $5 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 冲洗时间为 5 min。整个反冲洗过程中均伴有表面扫洗, 表面扫洗强度为 $1.8 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$, 由进水闸门控制表面扫洗强度。

2 运行结果

2.1 浊度

水厂二期平流沉淀池和三期平流斜管组合沉淀池的除浊效果如图 3 所示。

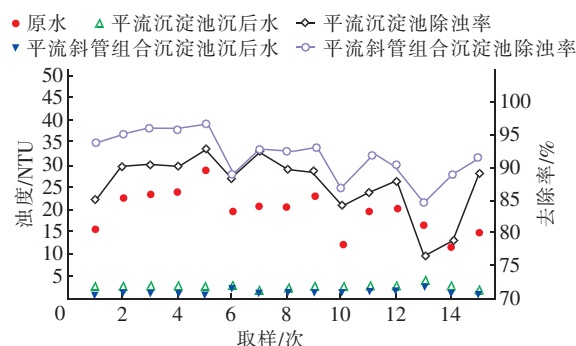


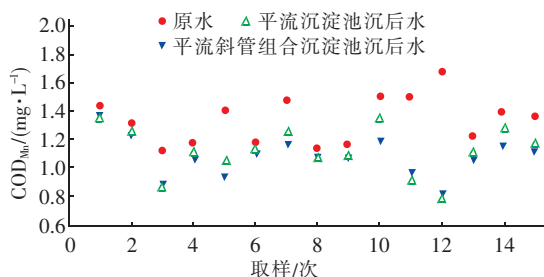
图3 二期、三期系统除浊效果对比

Fig. 3 Comparison of turbidity removal effect between the second system and the third system

由图 3 可以看出, 在设施运行过程中二期平流沉淀池和三期平流斜管组合沉淀池出水浊度均低于 5 NTU, 但三期平流斜管组合沉淀池的去除效果 (除浊率为 91.9%) 明显优于二期平流沉淀池 (除浊率为 87.44%)。

2.2 COD_{Mn}

水厂二期平流沉淀池和三期平流斜管组合沉淀池 COD_{Mn} 的变化如图 4 所示。由图 4 可以看出, 在设施运行过程中三期平流斜管组合沉淀池的出水 COD_{Mn} 略优于二期平流沉淀池, 但整体相差不大, 耗氧量的去除率也波动较大, 主要是由原水中杂质不同引起的。

图4 二期、三期系统 COD_{Mn} 变化Fig. 4 Comparison of COD_{Mn} between the second system and the third system

2.3 氨氮和铁

水厂二期平流沉淀池和三期平流斜管组合沉淀池的氨氮及铁的浓度变化如图5、6所示。由图5、6可以看出,在设施运行过程中,二期平流沉淀池和三期平流斜管组合沉淀池去除效率基本一致。

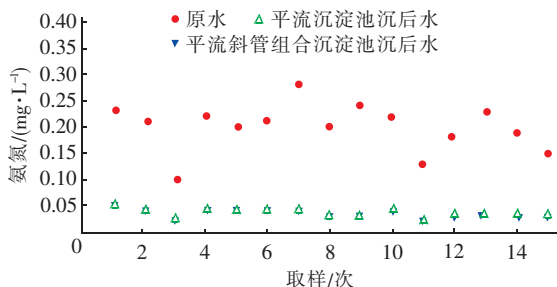


图5 二期、三期系统氨氮变化

Fig. 5 Comparison of ammonia nitrogen between the second system and the third system

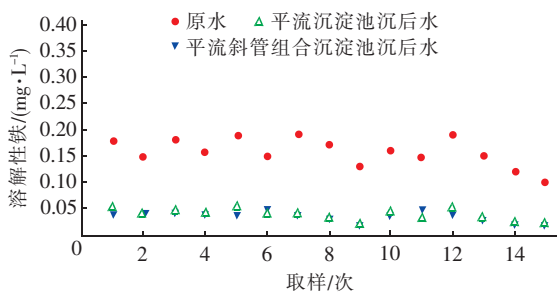


图6 二期、三期系统溶解性铁浓度变化

Fig. 6 Comparison of resolvable iron between the second system and the third system

3 讨论

3.1 平流斜管组合沉淀池设计特点

平流斜管组合沉淀池结合了平流式沉淀池颗粒物的自然沉降及斜管沉淀池的高效特点,同时又弥补了两种沉淀形成的不足,增强了沉淀系统的抗水

力、水质的冲击能力。目前,该种池体在水厂常规处理工艺升级改造中应用较少,相比平流沉淀池整体改造成斜管沉淀池或另扩建沉淀池而言,投资费用较省,同时还具有以下几方面的特点:

① 能有效对抗原水水质变化,维持出水水质稳定

由于沉淀池前4/5段采用矩形平流沉淀池,先利用悬浮颗粒的自然沉降功能,有效降低斜管沉降系统工作负荷,经斜管沉淀后,保障了沉淀出水水质,使沉淀系统具有良好的稳定生产能力。因此,该种组合沉淀池对进水水质变化有一定的缓冲能力,即使待处理水悬浮颗粒物浓度增加,也能维持出水水质稳定^[1]。

② 允许一定程度的超负荷生产

有资料^[2]表明,在理想状况下,在平流沉淀池出水区加装斜管,其出水量可提高到原来的2~3倍。斜管沉淀与平流沉淀相比,具有沉淀效率高、水力停留时间短的特点。因此,在保证沉淀出水水质的前提下,该种池型允许一定程度的超负荷生产。

③ 提高了沉淀系统的安全运行可靠性

因平流式沉淀池处理效果受药剂投加、混凝质量等影响较大,即使药剂投加、混凝效果不佳或平流沉淀区对水质或水量变化的反应不及时,由于斜管的再次絮凝沉淀作用,对沉淀出水水质的影响也不会很大,能在一定程度上承受操作失误带来的出水水质恶化,提高沉淀系统的安全运行可靠性。

④ 有利于减轻水力和自然因素的不利影响

组合沉淀系统有利于减轻沉淀池内因短流、紊流、异重流等水力因素及气温、风力等自然因素的变化对沉淀效果的影响。

3.2 平流斜管组合沉淀池设计关键技术

① 均匀配水、出水,防止表面短流

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^[3]。为保证配水均匀,平流沉淀段采用穿孔花墙配水,每组沉淀池设置192根DN200×150 mm异径管,过孔流速约为0.050 m/s。斜管沉淀段进水设置挡水墙以防止表面水短流。沉淀池出水采用不锈钢穿孔集水槽自由出流,以保证出水均匀。

② 有效排泥措施

沉淀池排泥效果的好坏直接影响沉淀出水效果,池底积泥过多,水体受扰动易搅动底下矾花返回

清水区,同时积泥过厚易引起微生物厌氧反应产生异臭异味,恶化出水水质。考虑到平流沉淀段和斜管沉淀段水深不一致且平流段污泥量较大,在平流段采用泵吸/虹吸两用式吸泥机,斜管段采用穿孔管排泥,排泥管端部设手动蝶阀和气动快速排泥阀,在实际生产运行中,可根据沉淀池内部积泥情况调整排泥间隔时间以及排泥时长。

3.3 运行成本分析

通过近一年的运行,对两组水处理系统的药耗、电耗进行对比分析,絮凝剂的消耗量和单位电耗量两组系统相差不大,平均矾耗量为 $12 \text{ kg}/10^3 \text{ m}^3$,电耗为 $216 \text{ kW} \cdot \text{h}/10^3 \text{ m}^3$ 。虽然沉后水效果提升,但水厂均为夜间进行滤池反冲洗,因此实际运行时两套系统的滤池反冲洗间隔均控制为 48 h。

4 结论

中山市镇区水厂三期扩建工程运行实践证明,平流斜管组合沉淀池的浊度去除率提高约 4.5 个百分点,沉后水的平均浊度为 1.46 NTU,提高了沉淀系统的安全运行可靠性,同时还有效降低了滤池负荷。两组沉淀池的占地面积相差不大,工程造价仅增加了斜板的费用和部分土建费用,与整体水厂建设相差不大。因此,平流斜管组合沉淀池的应用可为常规工艺水厂升级改造提供一定的借鉴。

参考文献:

- [1] 罗岳平,邱振华,李宁,等. 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[J]. 净水技术,2003,22(5):45-47.
Luo Yueping, Qiu Zhenhua, Li Ning, et al. Modification

retangular sedimentation tank with tube or lamella separator[J]. Water Purification Technology, 2003, 22(5):45-47(in Chinese).

- [2] 郭文娟. 西安某净水厂一期工程混凝-沉淀工艺设计[J]. 给水排水, 2016, 42(1):22-25.
Guo Wenjuan. Coagulation-sedimentation design of the first phase of a water treatment plant in Xi'an[J]. Water & Wastewater Engineering, 2016, 42(1):22-25(in Chinese).
- [3] 刘奎奎,许嘉炯. 水厂混合絮凝沉淀池工艺的设计体会[J]. 工业用水与废水, 2006, 37(1):61-64.
Liu Yunkui, Xu Jiajiong. Design experience of mixed, flocculation and sedimentation process in waterworks[J]. Industrial Water & Wastewater, 2006, 37(1):61-64(in Chinese).



作者简介:屈柳俊(1980-),男,山东莱芜人,本科,工程师,主要从事市政给排水技术研究和工程管理工作。

E-mail:16673563@qq.com

收稿日期:2018-01-08

绿水青山就是金山银山