

“清时捷”供排水企业运行及管理成果专栏

彭尧,朱波,周远航,等. 侧向流斜板沉淀工艺在水厂提标改造中的应用:以合肥市某水厂为例[J]. 净水技术, 2022, 41(7): 179-183.

PENG Y, ZHU B, ZHOU Y H, et al. Application of side-flow lamella sedimentation process in upgrading and reconstruction: Case of a WTP in Hefei City[J]. Water Purification Technology, 2022, 41(7):179-183.



扫我试试?

侧向流斜板沉淀工艺在水厂提标改造中的应用:以合肥市某水厂为例

彭尧,朱波*,周远航,徐骏,陈香怡

(合肥供水集团有限公司,安徽合肥 230011)

摘要 随着城市供水水质要求的提高及供水量需求的不断上升,老旧水厂节地改造已成为目前国内的普遍性问题。针对合肥市某水厂的供水量增产需求,采用侧向流斜板沉淀工艺对该水厂的4#混凝沉淀池进行提标改造。生产运行结果表明,在低浊微污染水库原水水质条件下,该工艺可在不增加用地面积的情况下,改造提升老旧平流沉淀池的出水水质及水量,并显著降低净水剂单耗。因此,侧向流斜板沉淀工艺可在老旧平流沉淀池改造工程中进行推广应用。

关键词 侧向流斜板 水库原水 微污染原水 低浊水 扩建工程 适应性

中图分类号: TU991 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-0177(2022)07-0179-05

DOI: 10.15890/j.cnki.jsjs.2022.07.025

Application of Side-Flow Lamella Sedimentation Process in Upgrading and Reconstruction: Case of a WTP in Hefei City

PENG Yao, ZHU Bo*, ZHOU Yuanhang, XU Jun, CHEN Xiangyi

(Hefei Water Supply Group Co., Ltd., Hefei 230011, China)

Abstract With the improvement of water quality requirement and increased of water quantity, the land-saving reconstruction of aging water treatment plant (WTP) has become a common issues at home. According the increasing demand for water supply of a WTP in Hefei City, side-flow lamella sedimentation process is used to reconstruct the 4# flocculation sedimentation tank. The operation results show that, under low turbidity micro-pollution reservoir raw water condition, side-flow lamella sedimentation process could improve the water quality and quantity of aging horizontal-flow sedimentation tank without increasing the total site area, and also reduce the consumption of flocculant. Side-flow lamella sedimentation process could be widely applied in the reconstruction projects of aging horizontal-flow sedimentation tanks.

Keywords side-flow lamella reservoir raw water micro-polluted raw water low turbidity water expansion project adaptability

随着我国经济的稳定增长及城镇规模的不断扩

大,城镇供水需求量正日益增加,供水水质要求也不断提升,如何对老旧水厂进行提升改造已成为供水企业面临的一个重要实际问题^[1-3]。基于浅池理论的侧向流斜板沉淀工艺因具有占地面积小、改造工程量少、施工工期短等优点,近年来已在老旧平流沉淀池或斜管沉淀池的改造工程中得到了一定应用^[4]。但

[收稿日期] 2021-07-22

[作者简介] 彭尧(1967—),男,高级工程师,主要从事给排水技术、智慧水务建设、二次供水管理与运营工作,E-mail: pengy@hfwater.cn。

[通信作者] 朱波,男,高级工程师,主要从事给排水技术、供水信息自动化技术研究工作,E-mail:68754788@qq.com。

现有报道中的改造工程多针对高浊江河型原水水质的处理^[5-7],对于低浊湖库型原水水质处理的适应性探究尚显缺乏。因此,本文以合肥市某制水厂4#混凝沉淀池提升改造工程为例,探讨了侧向流斜板沉淀工艺对低浊微污染湖库原水的处理效果及适应性。

1 工程概况

1.1 水厂状况

合肥市某水厂始建于1961年,取水水源为董铺水库,经多年改造、扩建,现设计供水规模为 $15 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,采用“混凝-沉淀-过滤-消毒”的常规净水工艺。其中,4#混凝沉淀池设计规模为 $2.5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,

前部为隔板反应池,设计尺寸为 $L \times B = 17.3 \text{ m} \times 19.6 \text{ m}$;后部为平流沉淀池,设计尺寸为 $L \times B = 38.3 \text{ m} \times 19.6 \text{ m}$,有效水深为3.1 m。

1.2 原水水质

董铺水库位于合肥市西北郊区,平均水深为7.0 m,正常水位为27.0 m,设计总库容为2.42亿 m^3 ^[8]。水质整体状况较为良好,符合《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)Ⅲ类水质标准要求,但在夏季高温期间存在藻类、耗氧量等部分水质指标的季节性污染问题(表1),属于典型的低浊微污染原水水质^[9-11]。

表1 2018年夏季原水水质

Tab. 1 Raw Water Quality during the Summer of 2018

指标	水温/ $^{\circ}\text{C}$	浊度度/NTU	pH值	耗氧量/ $(\text{mg} \cdot \text{L}^{-1})$	藻类/ $(\text{万个} \cdot \text{L}^{-1})$
数值	21~29	2.63~8.40	7.73~8.52	3.43~5.02	1 284~6 504

1.3 存在问题

(1)4#混凝沉淀池使用年限较长,前部隔板反应池混凝效果下降严重,停留时间测量值为9.5 min,低于设计要求的20.0~30.0 min。同时,后部平流沉淀池存在设计缺陷,具有一个 180° 回转部位[图1(a)],导致矾花在此处破碎较多,加之沉淀池末端异重流作用,集水槽集水末端存在明显的絮粒上浮现象,出水中带有大量细碎矾花,严重影响出水水质。

(2)随着合肥经济社会的快速发展,供水需求量逐年递增,近年来水厂制水生产一直处于满负荷运行状态,实施提量改造迫在眉睫。

(3)由于合肥城区面积不断扩大,水厂所在区域已从边缘城郊区转变为中心城区,周边建筑物较多,厂区占地面积难以增加,以致于4#混凝沉淀池改造场地受限。

1.4 改造思路

针对董铺水库原水水质具体状况,经技术调查和比较,采用“微阻力管道混合-均衡涡旋混凝-侧向流斜板沉淀”工艺,在不新增用地面积及尽量少改动原有土建结构基础的前提下,从混合、絮凝、沉淀3个工艺段分别进行改造,以提升处理水量及出水水质。

1.5 改造方案

主要改造措施如下,改造后平面布置如图1(b)所示。

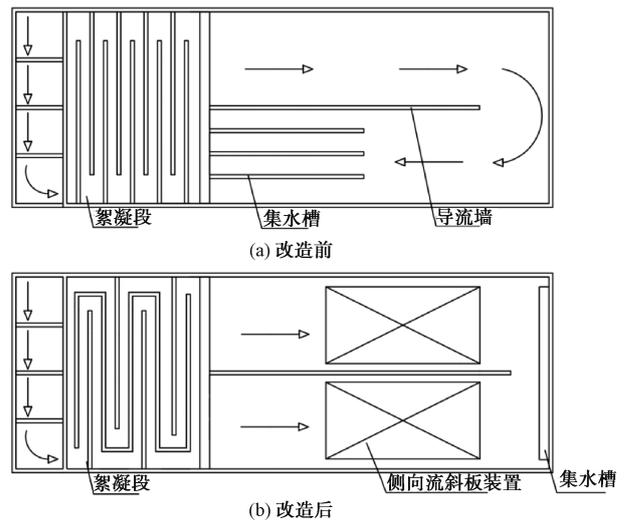


图1 改造前后平面布置图

Fig. 1 Layout Plan before and after Reconstruction

(1)进水管由DN600更改为DN800,并增设微阻力管道混合器(316L不锈钢材质)。

(2)混合单元由隔板型改为网格型混合絮凝池,将每个混合絮凝池分隔为两个竖井(流速为 0.8 m/s),分别架设3层均衡涡旋式混合反应装置,每层尺寸为 $L \times B = 1\,975 \text{ mm} \times 3\,950 \text{ mm}$ 。进水孔及出水孔改为长方形孔洞(每组3个),尺寸为 $L \times B = 917 \text{ mm} \times 740 \text{ mm}$,改造后混合停留时间变更为16.5 min(设计要求停留时间为12.0~20.0 min)。

(3)絮凝段由单通道改为双通道,改造后进水

端流速为 0.4 m/s,出水端流速为 0.18 m/s。絮凝段末端采用穿孔花墙进行均匀配水,并在配水花墙下部转角处增设两块长滑泥板(8.08 m)。

(4)在沉淀池回转处增设 10 m 导流墙,将池体分隔成两个独立的沉淀区域。每个沉淀区前段仍保持平流式沉淀池结构,缩短原有桁架式吸泥机路程进行排泥,后段安装两组侧向流斜板装置(两组之间间隔 0.24 m 的导流墙),单套斜板装置尺寸为 $L \times B \times H = 8\ 080\ \text{mm} \times 5\ 176\ \text{mm} \times 2\ 700\ \text{mm}$,每套斜板装置由 5 道紧密连接的斜板组成,每道斜板净宽度为 1 000 mm。斜板安装固定在不锈钢方管框架内,采用水平倾角 60° 安装,安装就位后斜板垂直高度为 2.73 m,水平间距为 90 mm,呈相互平行状。斜板内水流方向与沉淀池水流方向一致,为水平进水,沉泥方向为向下,与水流方向垂直。同时,为防止出现短流问题,在斜板安装区域的底部积泥槽处设置 3 道阻流导流墙。

(5)斜板区域顶部加装移动式拱形不锈钢遮阳

罩,以避免阳光直射斜板区域造成藻类滋生,每个沉淀区设置 2 个,单个尺寸为 $L \times B = 16\ 400\ \text{mm} \times 5\ 480\ \text{mm}$ 。

(6)在沉淀池末端贴壁加装不锈钢集水槽,进行溢流式集水。

(7)在斜板及集水区域底部增设斜坡排泥斗,共安装 DN200 扩张管嘴排泥管 18 根。

2 运行效果分析

该工程于 2018 年 12 月 23 日开工,2019 年 4 月 5 日完成主体工程建设,2020 年 7 月 10 日完成调整改造,进入最终运行调试阶段。

以 2020 年 9 月生产数据为例,对改造后的 4# 混凝沉淀池的运行效果进行分析。

2.1 处理水量

如图 2 所示,改造后 4# 混凝沉淀池平均进水流量为 $1\ 192\ \text{m}^3/\text{h}$,最高进水流量为 $2\ 100\ \text{m}^3/\text{h}$ (设计流量为 $2\ 083\ \text{m}^3/\text{h}$),最低进水流量为 $400\ \text{m}^3/\text{h}$ 。

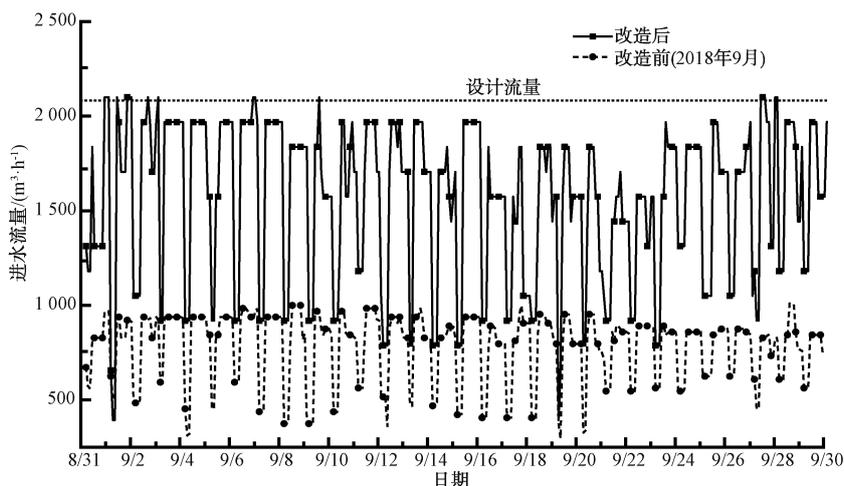


图 2 改造前后进水量

Fig. 2 Inflow Quantity before and after Reconstruction

2.2 出水水质及净水剂单耗

如表 2 所示,改造后原水浑浊度为 3.26~7.08 NTU,相对较低,但受高温及汛期影响,原水 pH、耗氧量及藻类等水质指标均出现了较大波动,严重影响了混凝效果。在此期间,4# 混凝沉淀池出水浑浊度为 0.52~1.12 NTU,均值为 0.75 NTU(图 3)。且净水剂(液体聚合氯化铝铁, Al_2O_3 有效质量分数为 10%, Fe_2O_3 有效质量分数为 0.5%)单耗为 20.8~187.5 mg/L,均值为 48.0 mg/L(图 4),低于水厂整体净水剂单耗均值(58.8 mg/L)。结果表明,改造

后的 4# 混凝沉淀池的出水水质及净水剂单耗都得到了了一定程度的控制,可以有效应对高藻高 pH 的原水水质,满足水厂沉淀池出水水质内控标准。

2.3 排泥效果

在生产运行过程中发现,改造后的 4# 混凝沉淀池存在排泥效果不佳、沉泥上浮等问题,运行一段时间后(约一个星期),沉淀区前段滑泥板底部、侧向流斜板装置内部及表面等位置出现较为明显的积泥现象。当泥量累积到一定程度后,易被水流带出进入末端集水槽,造成出水浑浊度升高(监测最高值

表2 原水水质(2020年9月)
Tab. 2 Raw Water Quality (September, 2020)

指标	水温/ $^{\circ}\text{C}$	浊度度/NTU	pH 值	耗氧量/ $(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	藻类/ $(\text{万个}\cdot\text{L}^{-1})$
数值	21~29	3.26~7.08	6.97~8.20	2.38~4.22	37~4 344

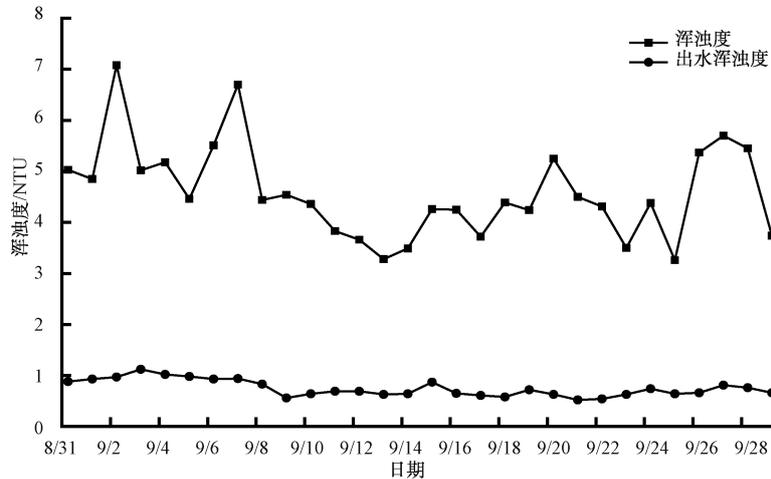


图3 原水及出水浊度变化(2020年9月)

Fig. 3 Change of Turbidity of Raw and Treated Water (September, 2020)

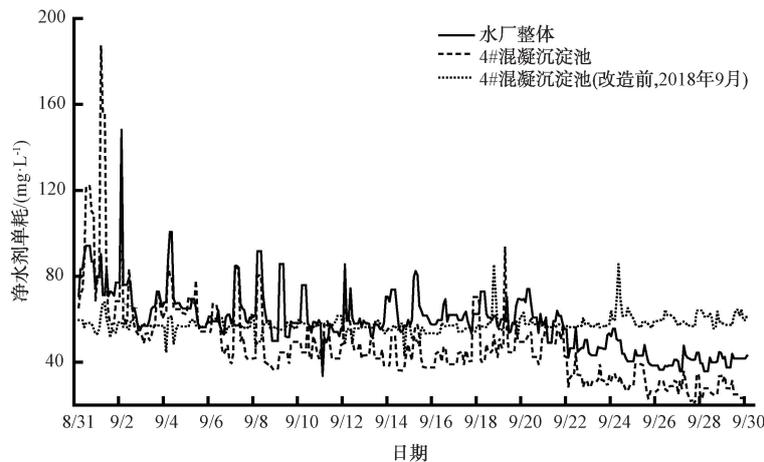


图4 改造前后药耗

Fig. 4 Coagulant Consumption before and after Reconstruction

可达 2.80 NTU),使水厂沉淀池出水浊度难以稳定达到内控标准(1.20 NTU)。针对上述状况,采取了以下改进措施:

(1)在沉淀区前段桁架式吸泥机底部增设扫水装置,缩小滑泥板底部的排泥盲区,提高排泥效果;

(2)调整斜板区域底部排泥阀运行参数,增大开启频次(12次/d),缩短每次开启时间(20~40s),在满足排泥量总体需求的前提下,尽量降低排泥期间的水流扰动,避免造成沉泥上浮;

(3)每隔1~1.5个月进行一次停产冲洗,采用

人工冲洗的方式清除沉淀区底部及斜板区域的积泥,每次停产时长约为12h。

通过上述措施在一定程度上减轻了积泥状况对出水水质的不利影响,但同时也加大了4#混凝沉淀池的维护工作量,并对其制水生产的连续性也造成了一定不利影响。

3 结论

合肥市某制水厂4#混凝沉淀池改造工程的实例分析表明,采用侧向流斜板沉淀工艺可以在不增

加建设用地的情况下,改善老旧平流沉淀池的出水水质及水量。但针对低浊微污染水库原水水质的处理,侧流斜板沉淀工艺存在沉泥效果不佳、沉泥易上浮等状况,继而引起维护工作量增加、影响制水生产连续性等问题,特别是对夏季供水高峰期的供水生产调度造成了不利影响。因此,建议在后续的水厂改扩建及新建工程中,应当对原水水质、建设用地面积、供水需求量及生产调度等影响因素进行综合考虑以研判该工艺的适用性及经济性。

参考文献

- [1] 张先斌,李丽,杨海梅,等.个旧市松矿水厂穿孔旋流絮凝池提升改造[J].净水技术,2019,38(5):30-33,44.
- [2] 黄孟斌,武洋,王梅芳,等.深圳长流陂水厂网格絮凝池提升改造应用实践[J].中国给水排水,2021,37(12):116-119,123.
- [3] 张云海,韩庆祥,奚影影,等.微污染原水水厂扩建工程——以禹城第二水厂为例[J].净水技术,2021,40(5):103-107.
- [4] 张家铭,韩庆祥,奚影影,等.水厂沉淀池改造方法与应用分析[J].净水技术,2021,40(4):106-115.
- [5] 司春朝,宁江平,王爱军,等.应用水平管沉淀新技术对老水厂改造方案设计[J].水处理技术,2017,43(3):122-124.
- [6] 方素梅,张建国,周密.水平管沉淀综合技术在嘉陵江原水处理中的应用[J].中国给水排水,2016,32(8):106-109.
- [7] 薛石龙,周密,张良纯.水平管沉淀用于低温低浊或高浊原水水厂扩建工程[J].中国给水排水,2017,33(20):100-103.
- [8] 于坤,张坤,孙庆业,等.董铺水库及入库河流表层沉积物污染状况评价[J].生态环境学报,2019,28(10):2045-2052.
- [9] 周晓波.唐山市某净水厂水质提升改造技术研究[D].唐山:华北理工大学,2017.
- [10] 李为星,顾军农,常思博,等.低温条件下生物陶粒和活性炭两种超滤组合工艺处理微污染原水试验[J].净水技术,2020,39(8):60-65,108.
- [11] 王艺,戴红玲,周政,等.微涡流絮凝工艺处理低温低浊微污染水的优化[J].中国给水排水,2019,35(23):41-47,52.

【编辑推荐】随着国家土地资源的逐步收紧及国家城市化进程的加快,土地资源将变成越来越稀缺的资源,未来水厂工艺必然将向节地的方向发展。文章比较真实、客观地描述侧向流斜板工艺在老旧沉淀池中的改造情况,对改造后的沉淀池出水浑浊度、药耗、运行过程中发现排泥不畅的情况进行了介绍。文章介绍的改造项目是针对传统平流沉淀池原有池型以及周边的客观情况做出的针对性优化,可以作为类似项目的经验参考。

水厂视界

三种膜工艺助力“五水共治”再提速

(1) 第一种膜——MBR膜,实现出水标准三级跳

福明净化水厂提标改造工程中新建的MBR工艺投入试运行。投入运行后,出水从国家二级标准跃至优于地表类IV标准及浙江省清洁排放标准,实现出水标准的三级跳。

(2) 第二种膜——MBBR膜,实现不停产的提质增效

新周净化水厂开展边生产边对生反池MBBR工艺改造,在原有AAO生物反应池基础上,于好氧段投加填料形成AAOAO+MBBR复合工艺,优先保证缺氧反硝化池容,好氧区不足部分通过投加悬浮填料来补充。

(3) 第三种膜——“超滤+反渗透”,实现高品质再生水

岚山净化水厂再生水资源化利用优化技改项目利用净化水厂已达到一级A标准的尾水作为进水水源,经浸没式超滤+反渗透的“双膜”系统处理后产生高品质再生水33 600 t/d。

(供稿单位:宁波市城市排水有限公司)



扫描二维码阅读全文