

运行与管理

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.16.025

七格三期污水处理厂转鼓式细格栅的改造与运行

郭红峰, 张丽丽, 姚旭峰, 严国奇

(杭州市排水有限公司 城东水处理分公司, 浙江 杭州 310018)

摘要: 细格栅对于污水处理厂的稳定运行起着重要作用。针对七格三期污水处理厂转鼓式楔形网细格栅运行中遇到的问题,将转鼓式楔形网细格栅改造为转鼓式内耙齿细格栅,并对改造后的运行效果进行了评估,可为同类细格栅的选型与运行提供参考。

关键词: 转鼓式细格栅; 改造; 楔形网; 内耙齿

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2020)16-0132-05

Reconstruction and Operation of Drum Type Fine Screen in Qige Phase III Wastewater Treatment Plant

GUO Hong-feng, ZHANG Li-li, YAO Xu-feng, YAN Guo-qi

(East Sewage Treatment Company, Hangzhou Drainage Co. Ltd., Hangzhou 310018, China)

Abstract: Fine screen plays an important role in stable operation of WWTP. In this paper, the problems encountered in the operation of drum type fine screen in Qige Phase III Wastewater Treatment Plant were analyzed. The drum type wedge grid fine screen was reconstructed to inner rake tooth fine screen, and the operation effect after reconstruction was evaluated. It can provide reference for the selection and operation of similar fine screens.

Key words: drum type fine screen; reconstruction; wedge grid; inner rake tooth

在城镇污水处理过程中,去除污水中的栅渣是第一道工序^[1],对于保护机械设备、管道,保证后续工艺正常运行具有重要作用。该工序主要通过设置格栅除污机来拦截污水中的栅渣,而格栅除污机的稳定运行对除渣效果具有重要影响:若栅条间隙过大,则无法拦截细小栅渣;若栅条间隙过小,则栅渣无法及时清理,导致阻力增大、过流能力不足等。

针对七格三期污水处理厂转鼓式细格栅运行中遇到的栅渣缠绕、过流不足的问题,结合现场实际情况采取改造措施,并对改造后的运行效果进行跟踪,对细格栅的运行维护经验进行总结。

1 原有转鼓式细格栅存在的问题

1.1 设备现状

七格三期污水处理厂设计运行规模为 60×10^4

m^3/d ,于2010年9月建成投入运行,2016年6月完成提标改造,主体工艺采用改良型 A^2/O + 反硝化深床滤池^[2],出水水质执行《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)的一级A标准。

该污水处理厂的预处理单元包括粗格栅(栅条间隙为20 mm)、进水泵房、中格栅(栅条间隙为10 mm)、旋流沉砂池和细格栅(栅条间隙为6 mm)。共设有8套转鼓式楔形网细格栅,单台宽2 200 mm,设计单台过栅流量为1 505 L/s,过栅损失 < 200 mm。

细格栅冲洗系统采用时间控制或液位差控制,当时间控制与液位差控制并存时,液位差控制优先。配置3台中压冲洗泵,另配置1台高压冲洗泵,用于细格栅冲洗,冲洗泵、冲洗管路上的电磁阀与细格栅

联动运行。

1.2 细格栅存在的问题

七格三期污水处理厂自2012年5月满负荷运行后,即发现细格栅的栅条上垃圾容易缠绕,导致过流能力不足,前后液位差易超过200 mm,自动冲洗系统缩短运行时间间隔、人工冲洗均不能有效降低液位差。

对细格栅垃圾缠绕、过流不足的情况进行分析,主要有以下原因:

① 进水水质

杭州主城区部分泵站设有粉碎型格栅^[3],对污水中大的垃圾进行粉碎,导致进水中细小的栅渣、碎屑、纤维等物质比不设粉碎格栅的多,且粗格栅、中格栅对这类栅渣的拦截效果较差,导致细格栅运行负荷较高。

② 楔形网细格栅设备特性

由于栅条间隙较小,栅条较细,为确保一定的强度,竖向加强筋密度较高,导致垃圾易在栅条和加强

筋上缠绕。

③ 栅渣清理方式

碎屑、纤维类的栅渣在栅条和加强筋上缠绕后,很难在鼓栅旋转的条件下脱落,利用中压冲洗水进行冲洗,冲洗压力只有0.5~0.6 MPa,无法达到较好的冲洗效果;另外配置的1台高压冲洗泵,难以对中压冲洗后残留的缠绕物进行切割,这部分缠绕的垃圾无法有效去除。

2 不同形式细格栅的适用性分析

细格栅一般可采用阶梯格栅、回转格栅、转鼓格栅和内进流格栅等形式,其中转鼓式细格栅和内进流细格栅应用较多^[4]。针对七格三期污水厂细格栅运行中存在的问题及原因,对几种细格栅的工作原理以及应用于七格三期污水厂的可行性进行了对比,如表1所示。对比后发现,提高原有转鼓式楔形网细格栅冲洗水压稳定性、将原有转鼓式楔形网细格栅改造为转鼓式内耙齿细格栅两种方案较为可行。

表1 各种类型细格栅对比

Tab.1 Comparison of different types of fine screens

项目	转鼓式楔形网细格栅 ^[5]	转鼓式内耙齿细格栅 ^[6-7]	转鼓式孔板细格栅	内进流网板细格栅 ^[8]
工作原理	污水从转鼓的前端流入,经转鼓侧面的栅缝流出	污水从圆柱状转鼓的前端流入,经转鼓侧面的栅缝流出	污水从格栅前端进水口进入,经转鼓侧面的孔流出	污水从格栅前段开口进入,固体颗粒物被栅板截留,污水从两侧栅板流出
栅渣去除方式	鼓栅以一定的速度旋转,栅渣在达到转鼓上方时,经尼龙刷及高压冲洗水的冲刷,在重力作用下掉入格栅中央螺旋输送槽内	定位在格栅中心轴上的动耙齿插入格栅条内旋转,将拦截在栅条上的栅渣带动运转至最高点,后落入中央螺旋输送槽内,然后通过反耙将动耙齿清理干净	筛筐以一定的速度旋转,通过渣刷和洗刷棒的帮助,将滤渣带动到中央螺旋输送槽内	两侧孔板在驱动链轮带动下,自下而上将截留的污染物提取,滤渣在自重和冲洗水的作用下落入收渣槽
技术参数	安装角度 35°,栅条间隙 6~8 mm	安装角度 35°,栅条间隙 6~8 mm	安装角度 35°,孔板孔径 2~12 mm	安装角度 90°,孔板孔径 1~6 mm
优点	水头损失小;集过滤、冲洗、压榨等功能于一体	水头损失小;集过滤、压榨等功能于一体;栅渣清理较彻底,不易堵塞;对冲洗水不依赖	结构稳定;集过滤、压榨等功能于一体;栅渣清理较彻底,不易堵塞	拦截效率高;集过滤、冲洗、压榨等功能于一体;栅渣清理较彻底,不易堵塞
缺点	栅条易被垃圾缠绕;对冲洗水要求较高	过流能力受到一定限制	过流能力受到一定限制	对冲洗水要求较高
改造可行性	进一步提高冲洗水压及冲洗水系统稳定性	经核算,栅条间隙 6 mm 无法满足过水量要求,若将栅条间隙由 6 mm 改为 8 mm,单台过水量可达 $11 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$	经核算,孔径 6 mm 无法满足过水量要求;若将孔径设为 8 mm,仍无法满足过水量要求	目前的渠宽、渠深无法安装,需进行土建改造

3 细格栅改造方案及试运行

3.1 改造方案

前述分析结果表明,转鼓式孔板细格栅和内进流网板细格栅均不适合七格三期污水处理厂实际情况及使用要求。为进一步论证转鼓式楔形网细格栅和转鼓式内耙齿格栅的适用性,选取2台现有细格

栅进行了试验性改造。根据实际情况,确定了如下两种改造方案。

改造方案一:

对原有8#细格栅的冲洗水系统进行改造,包括更换喷头配件、增压水泵等。设置3 m³水箱于细格栅附近,采用自来水进行冲洗,确保中压冲洗水压长

期稳定在 0.6 ~ 0.8 MPa, 新增 1 台高压冲洗水泵, 确保高压冲洗水压达到 12 MPa。每 40 min 中压冲洗 20 s, 每 24 h 高压冲洗一次。

改造方案二:

将原有 1# 细格栅改造为转鼓式内耙齿细格栅, 包括栅框、耙齿、减速机等部件的改造。为确保过水能力满足要求, 将栅条间隙由 6 mm 改为 8 mm, 原先楔形网改造成高强度的栅条, 为保证内耙齿和清渣齿板的咬合, 内耙齿和清渣齿板采用一整块不锈钢板切割而成, 为使内耙齿能准确定位, 采用了带刹车系统的电机减速机。

转鼓式楔形网细格栅和转鼓式内耙齿细格栅分别如图 1、2 所示。

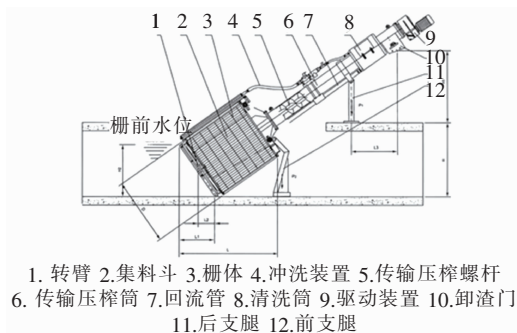


图1 转鼓式楔形网细格栅示意

Fig.1 Schematic of drum type wedge grid fine screen

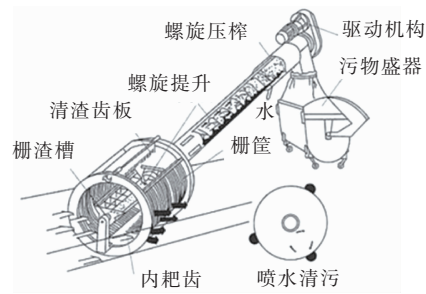


图2 转鼓式内耙齿细格栅示意

Fig.2 Schematic of drum type inner rake tooth fine screen

3.2 试运行结果

两个方案改造完成稳定运行 6 个月后, 对 2 台细格栅栅条上的垃圾缠绕情况、细格栅前后的液位差和栅渣截留量进行比较, 结果见表 2。从表 2 可以看出, 对冲洗水系统进行改造后, 8# 细格栅冲洗效果得到一定改善, 但栅条和加强筋上仍有不少垃圾缠绕; 1# 细格栅改造为转鼓式内耙齿细格栅后, 栅条上基本无垃圾缠绕; 由于 8# 和 1# 为两侧的细格栅, 中间部分污水超越格栅运行, 所以大量水从中间通过, 8# 和 1# 细格栅前后液位差均小于 200 mm, 1# 细格栅比 8# 细格栅液位差更小; 另外, 从每天截留的栅渣量看, 1# 细格栅栅条间隙改为 8 mm 后, 每天截留的栅渣比栅条间隙 6 mm 的 8# 细格栅多, 表明改造为转鼓式内耙齿细格栅后, 细格栅拦截的栅渣量未受影响。

表2 两个方案改造前、后试运行结果

Tab.2 Test results of the two schemes before and after reconstruction

项 目	改造前	方案一改造后	方案二改造后
垃圾缠绕情况	垃圾缠绕严重, 影响过水	冲洗得到一定改善, 但仍有不少垃圾缠绕在栅条及加强筋	栅条上基本无垃圾缠绕
前后液位差/mm	> 200	10 ~ 50	0 ~ 20
栅渣截留量(压榨后)/(L · d ⁻¹)	120	120	180

结合单台细格栅改造后的运行效果, 从运行稳定性、栅渣截留量、日常维护方便性以及改造成本等多方面考虑, 将细格栅改造为转鼓式内耙齿细格栅最为可行, 后续对剩余 7 台细格栅进行了改造。

4 改造完成后的运行效果

4.1 栅渣截留量和栅条缠绕情况

改造前栅条间距 6 mm 的转鼓式楔形网细格栅, 约截留栅渣 120 L/(台 · d), 改造后栅条间距 8 mm 的转鼓式内耙齿细格栅, 约截留栅渣为 180 L/(台 · d), 剩余 7 台改造完成后, 8 台细格栅约截留栅渣 1 440 L/d, 与试运行结果一致, 表明栅条间隙由 6 mm 调整为 8 mm 后栅渣截留量未受影响。

改造运行后的转鼓式内耙齿细格栅见图 3。

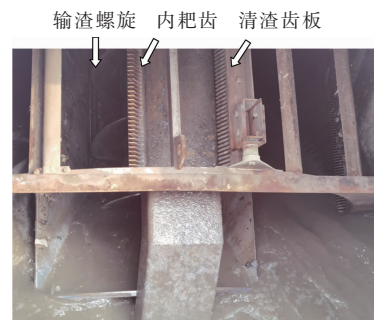


图3 运行 1 年后的转鼓式内耙齿细格栅

Fig.3 Drum type inner rake tooth fine screen after one year

改造后的转鼓式内耙齿细格栅连续运行1年后,各细格栅栅条上的垃圾能及时耙除,内耙齿和清渣齿板上基本无垃圾缠绕。

4.2 过水流量及液位差

8台细格栅分为2组,每组4台,可进行单组过水量测试。测试过程中约4/7的进水经过4台细格栅,结果表明,4台细格栅瞬时过水量超过 $40 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,4台细格栅前后液位差不超过200 mm,过水能力满足要求。

细格栅前后液位差的变化见图4。

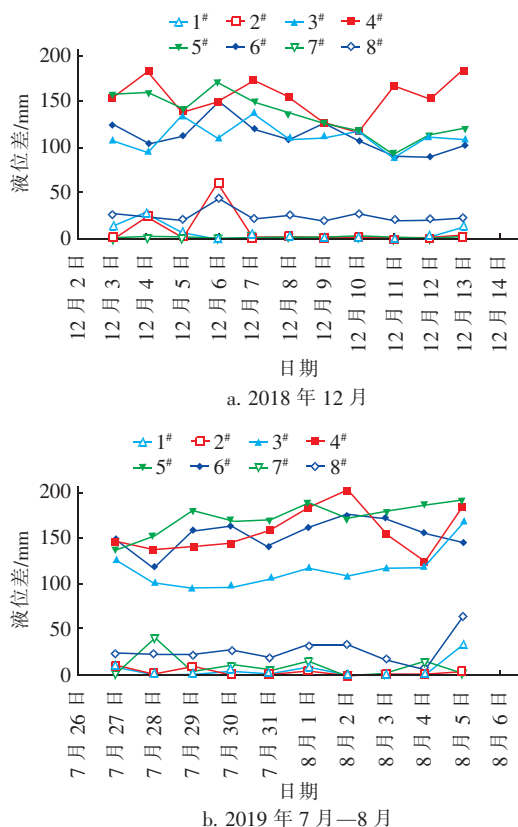


图4 细格栅前后液位差的变化

Fig.4 Liquid level difference before and after screen

图4(a)为改造完成1年后,2018年12月1#~8#细格栅的液位差平均值,进水量为 $(68 \sim 71) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。图4(b)为细格栅改造完成1年半后,2019年7月—8月1#~8#细格栅的液位差平均值,其间进水量为 $(65 \sim 68) \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

两幅图变化趋势基本一致,即1#、2#、7#、8#细格栅前后液位差较小,基本不大于50 mm,3#、6#细格栅前后液位差约为100~150 mm,4#、5#细格栅前后液位差约为100~200 mm,主要因为3#、4#、5#、6#细格栅位于进水渠道中间,过流流量较大。改造

后稳定运行1年多,细格栅前后液位差不超过200 mm,过栅水头损失满足要求。

4.3 后续处理单元感官变化

细格栅暂停使用期间,虽然预处理段稳定运行得到了保障,但对后续工艺段的运行造成了较多影响,如生化池中容易积聚细小漂浮物,内、外回流泵叶轮易被细小垃圾缠绕影响提升效率,二沉池刮吸泥机吸泥口容易堵塞,深床滤池反冲洗频次增加等。

细格栅改造完成后,细小垃圾拦截效率提升,减少了进入后续工段的细小垃圾量,生化池表面垃圾减少,反硝化滤池池面干净。

4.4 运行优化

① 转鼓式内耙齿细格栅栅渣清理过程中,内耙齿的反耙动作十分关键,若内耙齿本身未清理干净,便难以将栅筐清理干净,这就需要操作人员巡查时注意观察,及时调整。

② 细格栅改造后,仍保留了原来的自动冲洗水系统,以防出现内耙齿上垃圾清理不干净的情况。

③ 转鼓式内耙齿细格栅采用时间控制,辅助设定液位差优先的运行模式。运行时间可以根据栅渣量的变化进行调整,在确保过水量及合理的水头损失前提下,减少格栅的运行时间,既可保证栅渣的积累,避免无效运行,又能减轻设备的磨损和节约能耗。

5 结语

由于七格三期污水厂进水中细小垃圾较多,垃圾易在转鼓式楔形网细格栅的栅条和加强筋上缠绕,冲洗水难以有效清理栅条上的垃圾,导致转鼓式楔形网细格栅过流能力不足,无法使用。将现有转鼓楔形网细格栅改造为转鼓式内耙齿细格栅后,运行1年,栅条缠绕情况较少,垃圾拦截量与栅条间隙6 mm相比未减少,后续处理工艺段感官变好,过水能力和液位差能满足实际运行要求。

参考文献:

- [1] 王洪臣. 城市污水处理厂运行控制与维护管理[M]. 北京:科学出版社,1997.
Wang Hongchen. Operation Control and Maintenance Management of Urban Sewage Treatment Plant [M]. Beijing: Science Press, 1997 (in Chinese).
- [2] 严国奇,张丽丽. 七格三期污水处理厂反硝化深床滤池的调试与运行[J]. 中国给水排水, 2017, 33(16):

- 127 - 132.
- Yan Guoqi, Zhang Lili. Commissioning and operation of deep-bed denitrification filter in Qige Phase III Wastewater Treatment Plant [J]. China Water & Wastewater, 2017, 33(16): 127 - 132 (in Chinese).
- [3] 杨捷, 陈爱朝. 粉碎型格栅用于污水泵站存在的问题和使用建议[J]. 中国给水排水, 2010, 26(4): 89 - 91.
- Yang Jie, Chen Aichao. Problems and suggestions on comminutor-screen in sewage pumping station[J]. China Water & Wastewater, 2010, 26(4): 89 - 91 (in Chinese).
- [4] 梁汀, 蒋岚岚, 张万里, 等. 中空纤维膜 MBR 污水处理工艺中细格栅系统设计探讨[J]. 给水排水, 2014, 40(4): 99 - 101.
- Liang Ting, Jiang Lanlan, Zhang Wanli, et al. Discussion on the design of fine screening system in hollow fibre membrane MBR wastewater treatment process[J]. Water & Wastewater Engineering, 2014, 40(4): 99 - 101 (in Chinese).
- [5] 谷京泽, 马宁, 张炯. 未来科技城再生水厂两种细格栅设备的选择[J]. 北京水务, 2014(3): 42 - 44.
- Gu Jingze, Ma Ning, Zhang Jiong. Selection of two kinds fine grille equipment for reclaimed water plant of Future Science and Technology City [J]. Beijing Water, 2014(3): 42 - 44 (in Chinese).
- [6] 杜朝丹. 细格栅除污机在城市污水处理厂的应用实例[J]. 福建建筑, 2008(11): 103 - 104.
- Du Chaodan. The application of fine screen in wastewater treatment plant[J]. Fujian Architecture & Construction, 2008(11): 103 - 104 (in Chinese).
- [7] 冯成军, 蒋岚岚, 梁汀, 等. 污水处理厂格栅设备综述[J]. 环境工程, 2015, 33(增刊): 941 - 945.
- Feng Chengjun, Jiang Lanlan, Liang Ting, et al. A review on the grille equipment in sewage treatment plant [J]. Journal of Environmental Engineering, 2015, 33(S1): 941 - 945 (in Chinese).
- [8] 李辉. 孔板细格栅在 MBR 工艺预处理系统改造中的应用[J]. 给水排水, 2016, 42(2): 92 - 96.
- Li Hui. Application of orifice plate fine screen in reconstruction of MBR pre-treatment system [J]. Water & Wastewater Engineering, 2016, 42(2): 92 - 96 (in Chinese).



作者简介: 郭红峰 (1978 -), 男, 浙江台州人, 本科, 高级工程师, 主要从事污水处理厂运行管理工作。

E-mail: free0046@126.com

收稿日期: 2019 - 12 - 05

幸福生活靠奋斗, 美丽河湖靠呵护