

运行与管理

佛山高明水厂单轨式水下刮泥机的应用与改进

刘 贝¹, 丁 安², 陈明良¹, 郭绍东², 汪文华³, 叶挺进³

(1. 佛山水业集团高明供水有限公司, 广东 佛山 528500; 2. 哈尔滨工业大学 城市水资源与水环境国家重点实验室, 黑龙江 哈尔滨 150090; 3. 佛山市水业集团有限公司, 广东 佛山 528505)

摘 要: 佛山高明水厂三期沉淀池采用单轨式水下刮泥机。实际运行效果表明,与虹吸排泥车相比,单轨式刮泥机的排泥水含固量提高了4~10倍,排泥水含量大大减小,且排泥过程中对沉淀池中水流扰动小,排泥彻底,无死角。针对单轨式刮泥机在运行中存在的问题,对其结构进行了改造,对其电气和控制系统进行了升级,改进后的单轨式刮泥机整体运行效果得到了提升,而且操作、维护和管理更方便。

关键词: 平流沉淀池; 排泥; 单轨式水下刮泥机; 技术改造

中图分类号: TU991 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)02-0118-05

Application and Improvement of Monorail Underwater Mud Scraper in Gaoming Water Treatment Plant

LIU Bei¹, DING An², CHEN Ming-liang¹, GUO Shao-dong², WANG Wen-hua³, YE Ting-jin³

(1. Foshan Water Group Gaoming Water Supply Co. Ltd., Foshan 528500, China; 2. State Key Laboratory of Urban Water Resources and Water Environment, Harbin Institute of Technology, Harbin 150090, China; 3. Foshan Water Group Co. Ltd., Foshan 528505, China)

Abstract: Monorail underwater mud scraper (MUMS) was applied in sedimentation tank of the third-phase project in Gaoming Water Treatment Plant. The operation results showed that the solid content in muddy water produced by MUMS increased by 4 to 10 times compared with that produced by siphon mud machine (SMM), and the muddy water was reduced greatly. MUMS showed small flow disturbance in the sedimentation tank when draining muddy water, and could dredge mud thoroughly without dead angle. In order to solve the problems in the operation of MUMS, the structure was reformed, and the electrical and control systems were upgraded. The operation effect of the improved MUMS system was improved. The operation, maintenance and management of the improved MUMS system became more convenient than SMM.

Key words: horizontal flow sedimentation tank; mud scraping; monorail underwater mud scraper; technical renovation

1 水厂概况

高明水厂是佛山水业集团高明供水有限公司下属主力水厂,以西江河上游为水源,水源水质常年属于《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002) II 类水。高明水厂现处理规模为 $20.8 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,采用“竖流折板絮凝/平流沉淀/V 型滤池/氯气消毒”的

常规处理工艺。三期平流沉淀池尺寸为 $90.2 \text{ m} \times 17.1 \text{ m} \times 3.8 \text{ m}$,有效容积为 $5\,019 \text{ m}^3$,水平流速为 11.24 mm/s ,沉淀时间为 2.23 h 。一、二期沉淀池采用虹吸排泥车排泥,三期沉淀池采用单轨式水下刮泥机排泥。

三期平流沉淀池底部平面图见图 1。

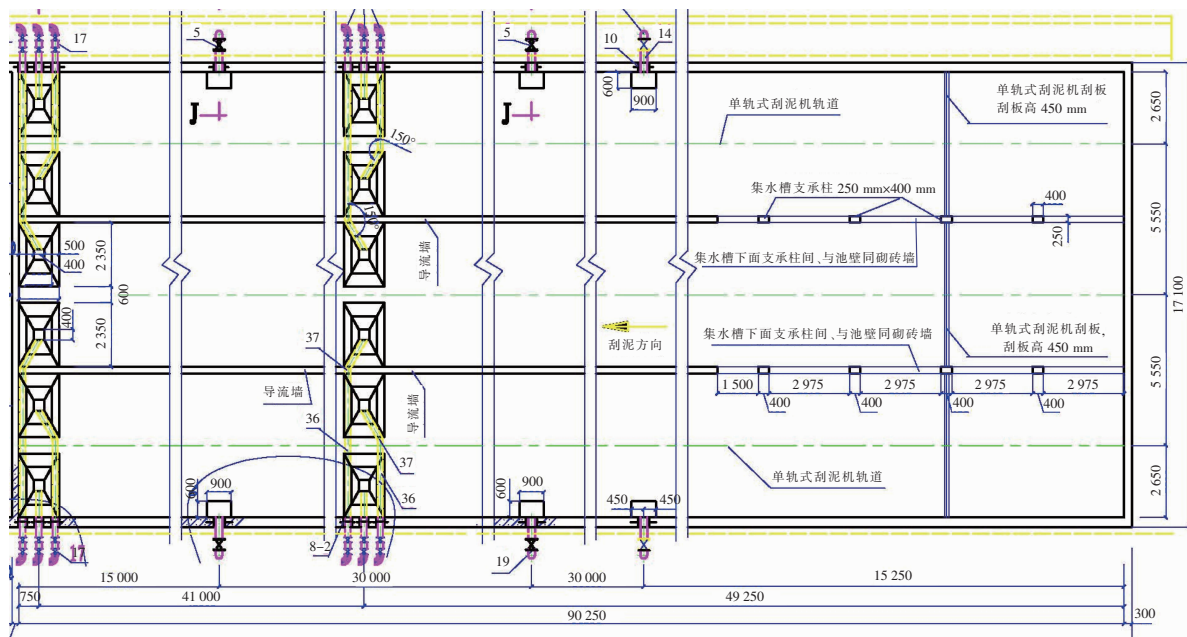


图 1 三期平流沉淀池底部平面图

Fig. 1 Bottom floor plan of horizontal sedimentation tank of phase III

2 单轨式水下刮泥机的选取与改进

2.1 刮泥机的选取

虹吸排泥车存在排水量大、行走速度快、排泥浓度低、跑矾花、扰流、排泥死角和维护工作量大等缺点,不利于节能减排。为了克服虹吸排泥的这些缺点,高明水厂三期建设时选用了单轨式水下刮泥机作为排泥设施。一般这种刮泥机均为双刮板、双集泥坑构造,由驱动链条带动前后相距平流沉淀池长度 $1/2$ 的两个刮板进行刮泥。这种设计存在下述缺点:双刮板负荷较大,双集泥坑需要等距,因平流沉淀池底沉淀污泥厚度不均匀,两个集泥坑的集泥量相差很大,导致泥量不均衡。

为此,高明水厂三期工程设计时将双刮板改为单刮板(见图 2),克服了上述缺点,使刮泥机的负荷减小;并且使中部和尾部的两个集泥坑集泥量基本相同。利用安装于池底轨道上的刮泥机组进行机械式往复刮泥。刮泥板经特殊补强,下缘安装橡胶板,直接与池底贴合,可完全将沉淀池的沉淀物及污泥

刮集至污泥坑排除。因采取批次刮泥,刮板间距大,污泥沉积时间较长,可刮除的污泥浓度较其他形式的刮泥机高。污泥刮集后通过排泥斗重力排出。

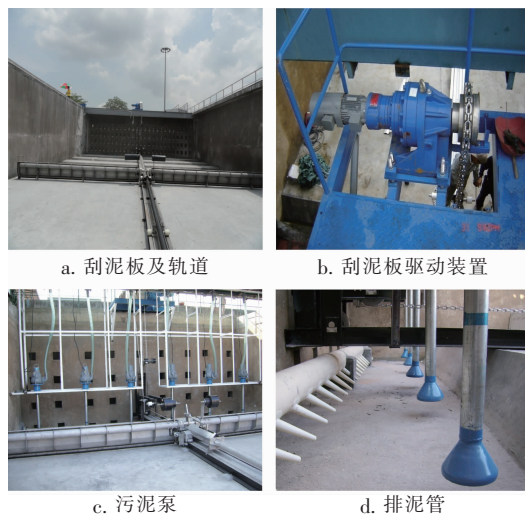


图 2 单轨刮泥机结构

Fig. 2 Monorail mud scraper structure

单轨刮泥机主要包括刮泥板及轨道、刮泥板驱动装置、污泥泵和排泥管等。此外还有行走台车、牵引圆环链条、导向链轮、过负荷保护装置、链条张紧装置、两端翻转装置、控制屏等部分,刮泥机的水下移动及摩擦部件均采用不锈钢等无毒、耐水、防腐蚀的材料制造。

刮泥机从平流沉淀池集水坑一侧运行至另一侧;刮泥板到集泥斗的距离为 5.72 m,单个集泥斗的尺寸为 1.5 m × 2.35 m × 0.8 m。采用重力排泥方式。刮泥机采用单刮板,刮泥板宽度为 5.3 m,高度为 0.5 m,行走速度为 0.6 m/min,行走距离为 89 m,刮板静止时间为 30 s,处理污泥量为 27.78 m³/d,刮泥往复时间为 5 h。每天刮两次泥。安装时,所有不锈钢材质的零部件,焊接后去除毛刺和焊渣,表面喷砂;所有碳钢材质的零部件表面喷砂及喷涂环氧树脂漆。

2.2 刮泥机的改进

高明水厂在使用单轨刮泥机时,存在无法准确知道刮板的具体位置、无法在操作界面上看到排泥情况等问题。为解决这些问题,对刮泥机进行了一些技术改造:增加了行走记数装置,优化了刮泥机性能并改造了上位操作画面技术。

首先在刮泥机的驱动盘上轮齿处粘贴感应铁块,加装一个霍尔元件(见图3),每转动一个轮齿发出一个脉冲,使平流沉淀池长度转换成脉冲个数,刮板由起始位置开始脉冲记数,使刮板所处平流沉淀池位置与脉冲个数相对应关联,为优化提高单轨刮泥机性能、提高上位机操作面的可视度提供硬件基础。

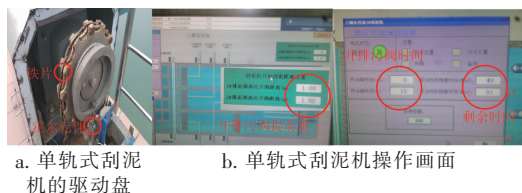


图3 优化单轨式刮泥机性能

Fig.3 Optimization of monorail type mud scraper performance

在中央控制系统的操作界面上,在刮板行驶到集泥坑这段时间内可提前设置开阀时间。在排泥阀运行时间内,即从提前开排泥阀开始到本阀排泥结束,在操作界面上可显示刮板行走方向、刮板在平流沉淀池中所处的位置及刮板到集泥坑的剩余时间。除此之外,操作人员可方便快捷地观察现场排污效

果,调整及修改提前开排泥阀时间及排泥时间。

3 运行效果对比分析

3.1 排泥水含固率

为对比单轨式刮泥机和虹吸排泥车排泥水效果,对水厂排泥水进行了长期跟踪监测。从单轨式刮泥机实际运行场景可知,单轨刮泥机所排出泥水中含固量明显高于虹吸排泥车所排泥水(见图4)。这点可以从实测数据得到验证(见图5)。单轨式刮泥机的排泥水含固率为 3% ~ 7%,而虹吸排泥车的排泥水含固率维持在 0.7% 以下。单轨刮泥机所排泥水的含固率达到了虹吸排泥车的 4 ~ 10 倍,泥水含固率显著提高。这样可以使沉淀池排泥水量大大减少,污泥处理系统负荷显著降低,从而减少了后续污泥浓缩成本。在沉淀池排泥水回收处理工艺上,可以将污泥浓缩池土建尺寸缩小(因目前高明水厂还没有污泥处理系统),大大降低了后续污泥处理系统的土建成本。

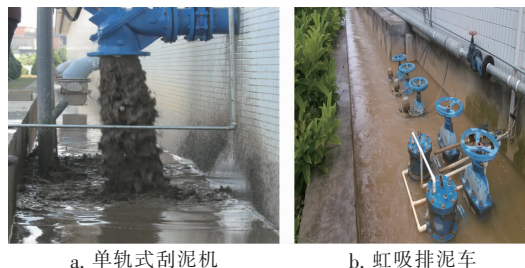


图4 单轨刮泥机和虹吸排泥车的排泥效果对比

Fig.4 Comparison of dredge effect between monorail mud scraper and siphon mud machine

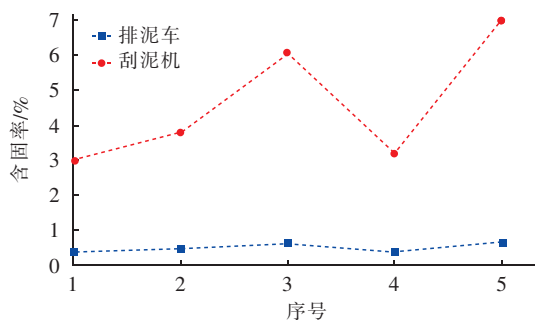


图5 单轨式刮泥机与虹吸排泥车排泥水含固率对比

Fig.5 Comparison of solid content between monorail mud scraper and siphon mud machine

3.2 待滤水浊度对比

单轨式水下刮泥机行走速度为 1.04 m/min(可调),运行过程中极少搅起矾花^[1],排泥干净、无死角^[2];虹吸排泥车运行速度为 3.76 m/min,排泥过

程中易对待滤水产生扰流作用并搅起矾花,且排泥有死角、“剩底”现象发生(见图6)。为进一步确定单轨式刮泥机与虹吸排泥车运行后对待滤水浊度的影响,分别对使用单轨式刮泥机和虹吸排泥车的沉淀池中待滤水浊度进行监测(取样时间均为运行后 2 min),结果如图 7 所示。

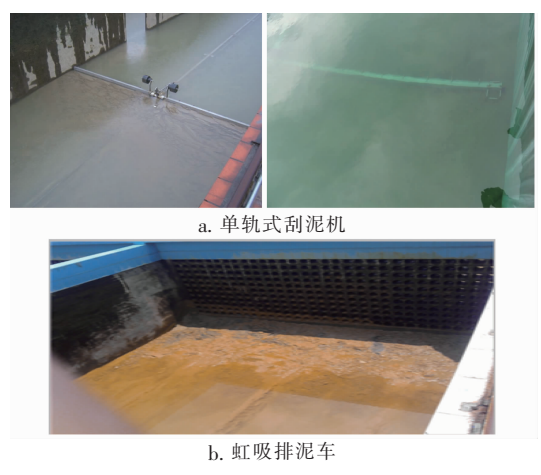


图 6 单轨式刮泥机和虹吸排泥车运行效果对比
Fig.6 Comparison of operation performance between monorail mud scraper and siphon mud machine

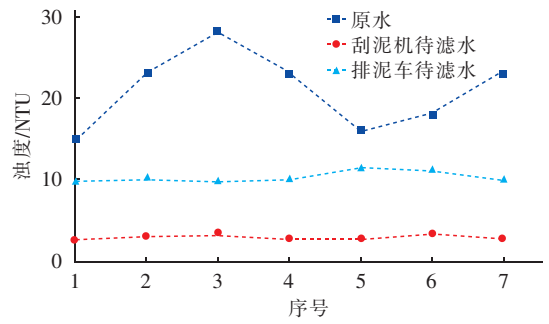


图 7 单轨式刮泥机与虹吸排泥车运行后待滤水浊度对比
Fig.7 Comparison of water turbidity before filter between monorail mud scraper and siphon mud machine

如图 7 所示,原水浊度为 15 ~ 27 NTU,平均为 21 NTU。单轨式刮泥机运行后待滤水浊度维持在 2.5 ~ 4 NTU,虹吸排泥车运行后待滤水浊度维持在 10 NTU 左右。说明单轨式刮泥机运行不会对沉淀池水产生扰流作用或搅起矾花,待滤水浊度波动很小。而虹吸排泥车运行后会导致待滤水浊度明显高于单轨刮泥机。可见单轨式刮泥机在控制排泥效果上明显好于虹吸排泥车,这一点可以从所排泥水的含固率得到验证。

3.3 维护量

单轨式刮泥机和虹吸排泥车主要构件对比见图

8。单轨式刮泥机使用马达及减速机驱动,驱动机构设置固定于池顶板,供电及控制简单,安全性高。刮泥台车组设置于池底,除沉淀池进水端的驱动链条外,无任何延伸至池顶的机构和组件。虹吸排泥车使用马达及减速机驱动,驱动机构设置于陆上型移动式刮泥台车组上,驱动机构供电及控制电缆需使用卷线筒或悬吊式电缆,刮泥台车组设置于池顶,抽泥臂由台车组延伸至池底。

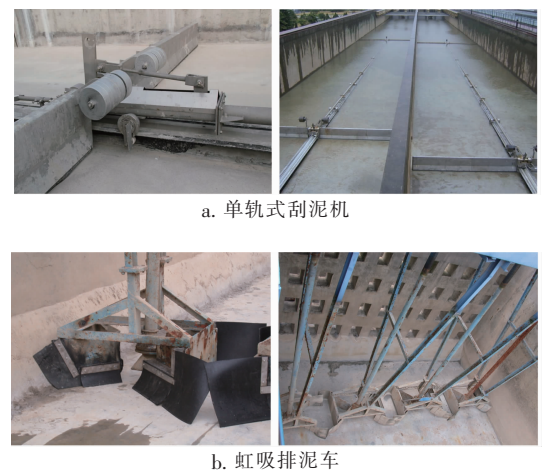


图 8 单轨式刮泥机和虹吸排泥车主要构件对比
Fig.8 Comparison of main components between monorail mud scraper and siphon mud machine

单轨式刮泥机的维修量主要集中在行走装置上(水下),高明水厂自使用单轨式刮泥机后出现过一次行走装置的故障,其维修量较少,与虹吸排泥车相比维修量略减少。但由于单轨式刮泥机每次维修都需排空平流沉淀池,会对连续生产造成一定影响。

3.4 成本分析

高明水厂单轨式刮泥机与排泥车所在平流沉淀池处理水量均为 $6 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 运行,每天排泥一次,对其排泥水量进行测量分析(见表 1)。

表 1 排泥水量对比分析

Tab.1 Comparison of sludge discharge amount

项 目	虹吸排泥车	单轨式刮泥机
排泥时间/min	50	5.4
排泥水量/($\text{m}^3 \cdot \text{次}^{-1}$)	400	45
年排泥水量/($10^3 \text{ m}^3 \cdot \text{a}^{-1}$)	146	16.4

由于单轨式刮泥机大大提高了所排泥水的含固率,单轨式刮泥机年排泥水量为 $16.4 \times 10^3 \text{ m}^3$,仅仅是虹吸排泥车的 1/9,与虹吸排泥车相比,每年可节约水量约 88%^[3]。单轨式刮泥机的一次排泥时间仅为 5.4 min,且排泥水量仅为 $45 \text{ m}^3/\text{次}$,可以节约

大量能耗,降低用电量。

采用单轨式刮泥机可节约2.5万元/a以上,其中水资源费可节约1.94万元,输水电费可节约0.57万元。由于排泥水量减少,相应后续污泥处理构筑物的尺寸及处理费用都可以减少。

4 结语

单轨式刮泥机解决了虹吸排泥车在排泥时扰流、跑矾花、提高滤前水浊度的问题,克服了虹吸排泥车排泥后有死角、有“剩底”的缺点,排污水含固率高,排泥水量大大减少,达到了很好的节能减排效果。对刮泥机系统的改造,实现了对刮泥机排泥的远程监测和控制,实现了排泥过程的可视化操作,保证了良好的排泥效果和水质的稳定。该单轨式刮泥机有利于水厂水处理的节能减排,适合推广应用。

参考文献:

- [1] 徐云国. 水下刮泥机在城门水厂的应用探讨[J]. 给水排水, 2008, 34(7): 102-104.
- [2] 冷奇, 蔡晓璇. 非金属链条式刮泥机在污水厂的应用

[J]. 净水技术, 2013, 32(s): 2-3, 22.

- [3] 朱寅春, 阎小玲, 王晏, 等. 往复式底部刮泥机在矩形沉淀池中的设计与应用[J]. 净水技术, 2012, 31(5): 67-70.



作者简介: 刘贝(1989-), 女, 湖南益阳人, 硕士, 工程师, 主要从事水处理相关技术研究。

E-mail: liubei890118@163.com

收稿日期: 2016-09-12

· 信息 ·

2016年泰山学术论坛暨环境污染控制与生态修复技术专题会议在济南举办

2016年12月19日—20日,由山东省教育厅主办的“2016泰山学术论坛——环境污染控制与生态修复技术”专题会议在山东建筑大学成功举办。来自省内高校及环保企业等约500名代表参加了会议。

本次论坛邀请到了来自国内外环境领域的十几位院士、专家和学者到会做学术报告和讲座。包括(1)中国工程院李佩成院士:《水文生态学的产生及发展前景》;(2)中国科学院南京地理与湖泊研究所秦伯强教授:《气候变化与人类活动对湖泊富营养化的影响》;(3)浙江大学施积炎教授:《基于同步辐射技术的土壤-植物系统重金属形态转化规律研究》;(4)中国科学院地球化学研究所陈敬安研究员:《中国西南水库生态环境现状与治理策略》;(5)中国科学院南京地理与湖泊研究所朱广伟研究员:《我国东南地区水库有害藻类问题及防控》;(6)中国环境科学研究院卢少勇教授:《湖滨缓冲带生态构建技术及效果》;(7)山东大学高宝玉教授:《正渗透技术的机遇与挑战》;(8)同济大学黄清辉教授:《溶解有机质的行为与效应:从河流到大海》;(9)山东建筑大学张克峰教授《污水回用处理技术及再生水水质标准分析》以及张志斌教授的《重金属污染底泥治理技术与工程示范》。另外,来自美国和泰国的3位专家也做了交流。

此次学术论坛的成功举办,为环境资源污染控制和生态修复等相关学科的建设注入了新的活力,为水资源保护与治理、大气污染控制及固废污染控制等方向的研究发展提供了契机,促进了国内外学术交流与合作,极大地激发了广大师生科研兴趣和创新动力,对加强相关学科建设、提升学术影响力、不断推进高水平大学建设具有积极的促进作用。

(山东建筑大学市政与环境工程学院 供稿)