



市政污水曝气沉砂池定点吸砂方式同步除砂和除臭性能研究

赵珊^{1,2,3,✉}, 彭浩^{1,2,3}, 袁星^{1,2,3}, 常江^{1,2,3}, 王佳伟^{1,2,3}

1. 北京城市排水集团有限责任公司, 北京 100124; 2. 北京北排科技有限公司, 北京 100124; 3. 北京市污水资源化工程技术研究中心, 北京 100124

摘要 市政污水曝气沉砂池排砂机(行车)的往复运行可引起出砂量少和臭气释放两方面问题,急需解决方案。开展定点气提吸砂代替排砂机(行车)、固定除臭封闭罩代替随动封闭罩的研究,先利用数学模拟方法开展气提吸砂设备间隔距离和封闭罩密封性研究,得出最优的模拟结果为气提吸砂设备间隔距离 3 m、密封罩缝隙率小于 1%。然后在华北地区某市政污水处理厂开展验证实验。结果表明,沉砂池出砂量提升至 $0.0313 \text{ L}\cdot\text{m}^{-3}$ (提升 67%),达到给水排水设计标准要求;沉砂池所在室内臭气浓度为 16.5 (降低 99.5%),氨质量浓度为 $0.059 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (降低 69.6%),硫化氢质量浓度低于检出限 (降低 100%),达到《DB11/2007—2022》要求,实现同步除砂除臭目标。本研究为市政污水处理厂曝气沉砂池优化改造提供有益的借鉴。

关键词 市政污水; 曝气沉砂池; 定点吸砂; 恶臭

在市政污水、污泥的处理过程中,会产生氨气、硫化氢、甲硫醇等恶臭污染物^[1-4],对人体的呼吸、神经等方面的健康造成危害^[5-7]。曝气沉砂池的排砂机(行车)在池上往复运行,将沉入砂槽的砂粒排出。当排砂机(行车)受阻、无法往复运行时,出砂量锐减;当其正常往复运行时,池面难以密封、恶臭散逸,研究表明曝气沉砂池释放的典型恶臭物质是硫化氢,其排放浓度高,并受水质、水量、季节等影响^[8-10],释放规律较为复杂。为解决曝气沉砂池池面散逸臭气的问题,众多工程技术人员开发封闭罩随行车往复运行的随动式密封^[11-15]。但密封效果难以保持稳定,还会对除砂产生不利影响。为了同步解决曝气沉砂池除砂和除臭问题,本文以华北地区某市政污水处理厂为研究对象,开展定点吸砂代替排砂机(行车)、固定除臭封闭代替随动封闭的数学模拟和实际验证,为已建曝气沉砂池的优化改造提供参考。

1 工程概况与优化方案

1.1 工程概况

华北地区某市政污水处理厂的曝气沉砂池位于室内,有两条渠道,每条渠道长 13.6 m,宽 2.2 m,原始设计水量 $40\,000 \text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$,实际处理水量为 $16\,000 \text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ 。设计出砂方式为排砂机(行车),其下设有吸砂泵,排砂机(行车)行走时将池底的砂水混合物提升至池旁的集砂槽内,砂水混合物经过分离后外运。改造前,排砂机(行车)常被积砂阻碍,无法正常行走,平均出砂量仅为 $0.3 \text{ m}^3\cdot\text{d}^{-1}$ ($0.019 \text{ L}\cdot\text{m}^{-3}$),低于给水排水设计手册中的理论出砂量。室内恶臭气体的检测方法为氨《环境空气和废气 氨的测定 纳氏试剂分光光度法》HJ 533、硫化氢《环境空气和废气 硫化氢的测定 亚甲基蓝分光光度法》待发布、臭气浓度《空气质量 恶臭的测定 三点比较式臭袋法》GB/T 14675。沉砂池池面没有加盖封闭,导致沉砂池所在室内臭气浓度平均值为 3 365,氨质量浓度平均值为 $0.194 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$,硫化氢质量浓度平均值为 $0.594 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 。超过标准《DB11/2007—2022》厂界大气污染物监控点臭气浓度限值 20,硫化氢浓度限值 $0.01 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ 。恶臭四溢,极大损坏工作环境,威胁企业员工健康。

收稿日期: 2023-09-08; 录用日期: 2024-01-04

第一作者: 赵珊(1981—),女,博士研究生,正高级工程师, zhaoshan@bdc.cn ✉通信作者

1.2 优化方案

由于排砂机(行车)使用的砂泵常发生阻塞故障,故拟采用大管径的气提取代砂泵。并且,采用定点吸砂取代排砂机(行车)移动吸砂,将沉于池底的砂粒排出曝气沉砂池。气提吸砂设备组成如图1所示。气提吸砂设备包含吹砂管和吸砂管,吹砂管将位于两组设备之间的砂通过压缩空气输送至气流下游的吸砂管附近,砂粒然后被吸砂管抽吸。气提空气用量入式(1)所示。沿池长方向间隔一定距离设置一套气提吸砂设备,通过多个吸砂设备顺次运行,达到与排砂机(行车)相同的功能。然后,在池面上增设固定封闭罩,在池面一端设置吸风口,将池里的恶臭气体通过管道输送至除臭设备进行处理。定点气提管件的间隔距离和固定密封罩的设计详见后述数学模拟。

$$Q_u = \frac{K_u Q_a H}{\left(231g \frac{H+10}{H}\right) \eta} \quad (1)$$

式中: Q_u 为空气用量, $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$; K_u 为安全系数,一般采用 1.2; Q_a 为每台提升泵设计提升的液体流量, $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$; η 为效率系数,一般为 0.35~0.45; H 为淹没水深, m。

1) 建立模型。以华北地区某市政污水处理厂的曝气沉砂池实际池型、处理水量水质和曝气量作为模拟参数。利用 SolidWorks 建立几何模型,导出 STEP 几何文件至 ICEM 进行结构网格划分,并在缝隙以及抽吸圆管壁面附近加密附面层网格,整体网格质量 0.3 以上,网格数量 500 万,计算域网格如图 2 所示。由于本项目涉及到气液固三相,同时固体对气液相的影响较小,因此采用欧拉多相流模型,模拟曝气沉砂池内气液两相流动情况,并连用 DPM (discrete phase model) 模型,模拟砂子在曝气沉砂池内的运动情况。湍流模型采用 RNG $k-\varepsilon$ 模型,选用原因是该模型考虑了湍流漩涡,为湍流 Prandtl 数提供解析公式,相较于标准模型使用的经验常数。有更高的可信度和精度。进口边界条件:气相及液相进口均为流速进口 (velocity-inlet),气相速度为 $1.28 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,液相速度为 $0.329 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。出口边界条件:出水口为压力出口,曝气沉砂池顶端为 degassing,表明只有气体出去,液体不出去。壁面边界条件:选择刚体无滑移 (no slip) 的边界条件,不考虑摩擦力的影响。求解算法:采用压力-速度耦合的 coupled 算法。曝气沉砂池曝气产生的臭气气体质量流量为 $0.087 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$,被除臭风管抽吸的气体(由曝气沉砂池曝气产生的臭气和设计传输余量空气组成)质量流量为 $0.096 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

2) 气提吸砂距离模拟。气提吸砂的有效距离是吸砂管的吸砂距离和吹砂管的吹砂距离之和。焦艳红等^[16]研究表明水流最小携砂速度对 $200 \mu\text{m}$ 砂为 $0.05 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,对 $500 \mu\text{m}$ 砂为 $0.09 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。考虑到市政污水中存在淤泥、烟头、树枝等杂物,参考焦艳红^[16]等研究成果,设定砂水混合物最小携砂速度为 $0.15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。

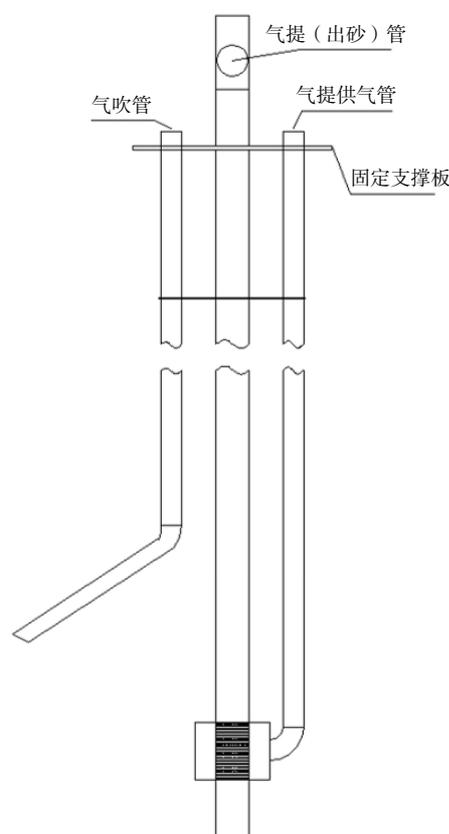


图1 气提吸砂设备组成

Fig. 1 Composition of air lift sand suction equipment

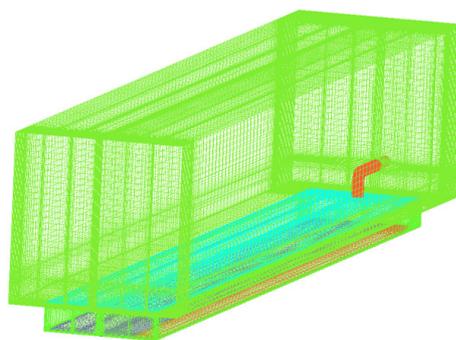


图2 模拟网格示意图

Fig. 2 Schematic diagram of simulation grid

吸砂效果模拟：当气提吸砂管管底吸气口流速为 $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时，当砂水混物流速衰减至 $0.15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时，有效吸砂直径为 1.0 m 。吹砂效果模拟：设置侧向吹砂管，吹砂管管底距离吸砂管管底 0.5 m 。当吹砂管管底的风速为 $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时，当砂水混物流速衰减至 $0.15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ，有效吹砂半径为 2 m 。故气提吸砂设备间距设置为 3 m 。

3) 密封盖板缝隙模拟。数学模拟中密封盖板缝隙宽度和缝隙率(缝隙面积占池面总面积的百分比)如表1所示。

对密封盖板内流场进行仿真分析，分析的内容为气体流线、气体速度矢量和臭气溢出率(溢出的臭气气体质量流量与曝气产生的臭气气体质量流量的百分比)。如表1所示，选择缝隙宽度 10 mm (缝隙率 0.5%)、 50 mm (缝隙率 2.3%)、 100 mm (缝隙率 4.5%) 和 200 mm (缝隙率 9.1%) 四组模拟参数，展示气体流线、气体速度矢量模拟结果。全部数据均开展臭气溢出率分析。

如图3所示，当缝隙宽度 10 mm (缝隙率 0.5%) 时，曝气产生的臭气流线位于密封罩下方，全部被除臭风管抽吸，臭气没有溢出密封罩，进入

表1 密封盖板缝隙宽度和缝隙率

Table 1 Gap width and gap rate of sealing cover

缝隙宽度/mm	缝隙/%	模拟场景
10	0.5	固定密封罩，罩边缘缝隙被二次紧密密封，仅存在极少的、不易察觉的细小缝隙
20	0.9	
30	1.4	
40	1.8	
50	2.3	固定密封罩，罩边缘缝隙未被密封，或部分密封未实际发挥作用
60	2.7	
70	3.2	
80	3.6	
90	4.1	
100	4.5	
150	6.8	
200	9.1	
250	11.4	
300	13.6	
350	15.9	
390	17.7	

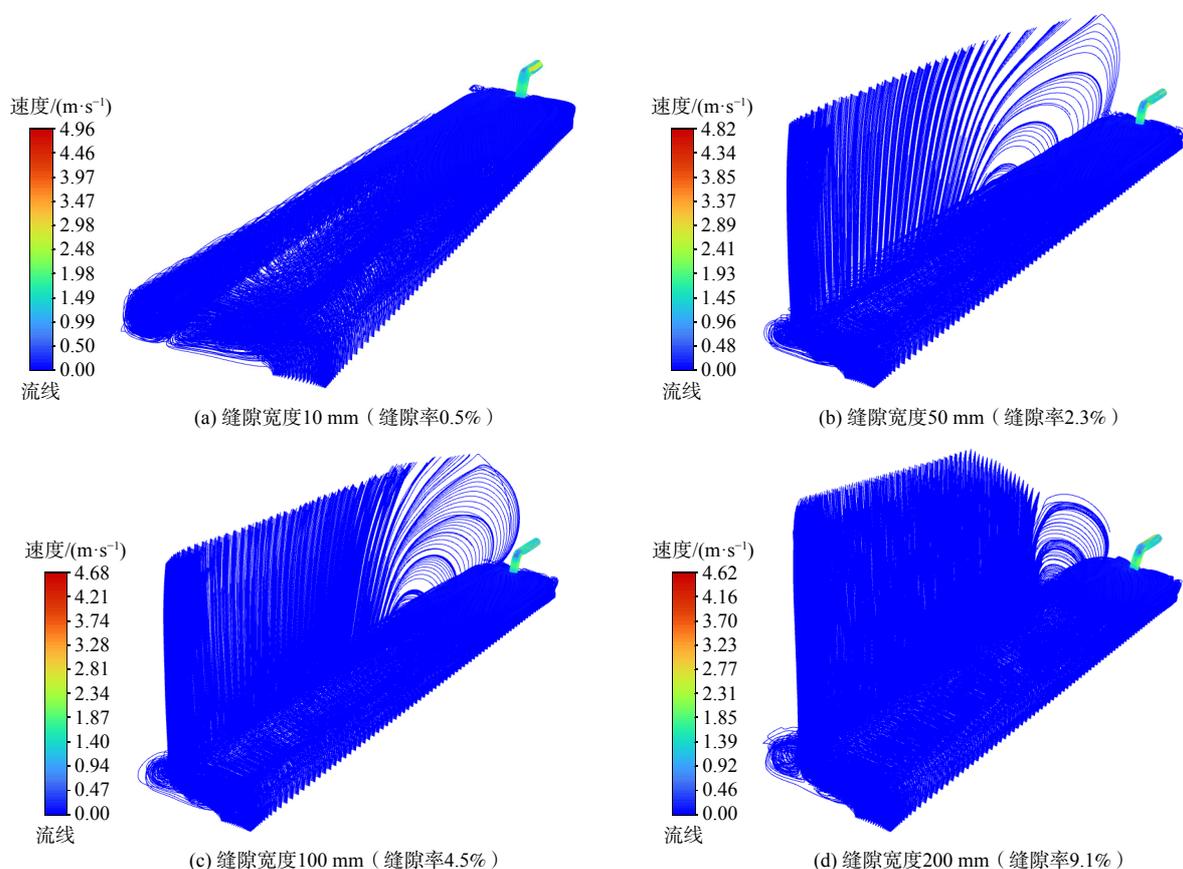


图3 曝气沉砂池密封罩内气体流线

Fig. 3 Inner flow line of the sealing cover of aerated grit chambers

大气环境；当缝隙宽度 50 mm (缝隙率 2.3%) 时，曝气产生的臭气流线部分溢出密封罩，部分被除臭风管抽吸，并呈现距离除臭风管越远，臭气流线越密集的趋势；当缝隙宽度增加至 100 mm (缝隙率 4.5%) 和 200 mm (缝隙率 9.1%) 时，溢出的臭气流线愈加密集，定性上判断溢出的臭气越多。

如图 4 所示，缝隙处气体速度矢量的模拟结果与密封罩内气体流线相呼应。当缝隙宽度 10 mm (缝隙率 0.5%) 时，缝隙处的气体速度矢量方向均朝向密封罩内，也证明了臭气没有溢出密封罩；当缝隙宽度 50 mm (缝隙率 2.3%) 时，远离除臭风管的缝隙处的气体速度矢量方向朝向大气环境，靠近的缝隙处的气体速度矢量方向朝向密封罩内；当缝隙宽度增加至 100 mm (缝隙率 4.5%) 和 200 mm (缝隙率 9.1%) 时，气体速度矢量方向朝向大气环境的区域逐渐增加，定性上也可判断溢出的臭气越多。

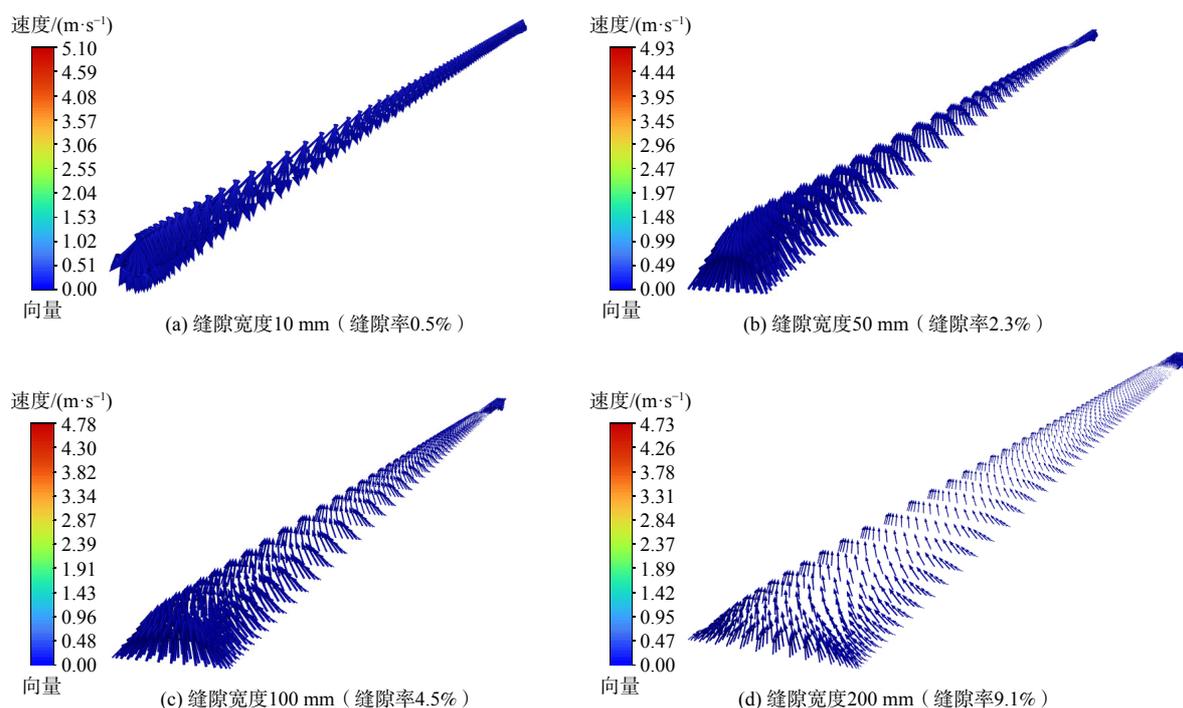


图 4 曝气沉砂池密封罩内速度矢量图

Fig. 4 Velocity vector of the sealing cover of aerated grit chambers

如图 5 所示，当缝隙宽度小于等于 20 mm (缝隙率 0.9%)，臭气溢出率为 0。当缝隙宽度 30 mm (缝隙率 1.4%) 时，臭气开始溢出密封罩，臭气溢出率为 2.3%。缝隙率进一步增加，臭气溢出率随之增加，呈缓慢线性增长趋势。缝隙宽度 100 mm (缝隙率 4.5%) 是图形拐点。其后增大趋势变缓，呈现抛物线增长趋势。当缝隙宽度 390 mm (缝隙率 17.7%) 时，臭气溢出率为 58.9%。密封罩封闭效果极差，基本丧失功能。

2 工程运行效果分析

将上述模拟结果应用于华北地区某市政污水处理厂曝气沉砂池改造，定点气提吸砂改造利用原有桥车，将其停放于进水端，将桥车上的管道直径为 100 mm 的吸砂泵更换为吸砂管直径为 133 mm 的气提组件。再增加 4 套吸砂管直径为 133 mm 的气提设备，即共计 5 套气提吸砂设备沿池长距离 3 m 间隔布置。新增固定除臭封闭，在曝气沉砂池池面采用不锈钢金属板全覆盖，不锈钢板与地面、不锈钢板之间采用

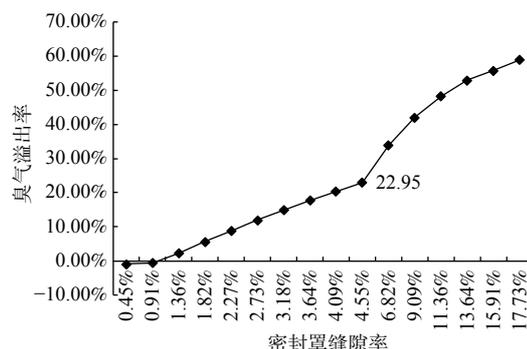


图 5 臭气溢出率与密封罩缝隙率关系曲线

Fig. 5 Relationship curve between odor overflow rate and gap rate of sealing cover

螺栓连接,两组螺栓的间距为100 mm,缝隙中填充柔性密封条,确保密封罩缝隙率小于1%。改造前后工程现场对比如图6所示。与传统的随动式密封有鱼嘴式密封(不锈钢支架+毛刷+磁力橡胶板)和拉链密封形成了鲜明的对比,如图7所示。解决了随动式密封罩泄露臭气和影响桥车运行的两大难题。

1) 工程应用后的实际运行效果改造后,沉砂池出砂量稳定为 $0.50 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$,即 $0.031 \text{ 3 L} \cdot \text{m}^{-3}$ 。如表2所示,沉砂池所在室内平均臭气浓度为16.5,平均氨质量浓度为 $0.059 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$,平均硫化氢质量浓度低于检出限。

2) 工程改造前后的运行效果对比。除砂效果对比:由于定点气提不存在桥车行进受阻的问题,气提设备运行稳定性较高。沉砂池出砂量由 $0.019 \text{ L} \cdot \text{m}^{-3}$ 提升至 $0.031 \text{ 3 L} \cdot \text{m}^{-3}$,提升67%。与《给水排水设计手册》(第5册城镇排水第3版)对比,可以已达到设计的要求,解决了出砂量少的问题。与其他类似案例对比,华北同地区其他类似曝气沉砂池的出砂量在 $0.008 \text{ L} \cdot \text{m}^{-3}$ 至 $0.015 \text{ L} \cdot \text{m}^{-3}$ 之间。计算刘梁^[17]论文中的数据,显示青岛、成都、西安某污水处理厂曝气沉砂池的出砂量为 0.001 4 、 0.000 3 和 $0.004 \text{ L} \cdot \text{m}^{-3}$ 。本次工程改造显著提升出砂量。

除臭效果对比:沉砂池所在室内臭气浓度由3 365降低至16.5,降低99.5%;氨质量浓度由 $0.194 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 降低至 $0.059 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$,降低69.6%;硫化氢质量浓度由 $0.594 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 降低至检出限,降低100%。达到《DB11/2007—2022》厂界大气污染物监控点浓度限值要求(氨质量浓度 $0.2 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$,硫化氢浓度限值 $0.01 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$,臭气浓度限值20),解决了恶臭污染的问题。与其他类似案例对比,华北同地区其他类似曝气沉砂池用毛刷开展随动式除臭密封和高大厂房二次封闭后,在厂房门口的硫化氢极端条件下可高达 $70 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ 。本次工程改造显著降低恶臭散逸。

3) 成本分析。建设成本分析:每一条沉砂池,原有1套提砂设备,改造后为5套提砂设备。除砂设备的建设成本约增加4倍。固定除臭封闭罩代替随动封闭罩,成本降低约30%。本项目设计阶段估算定点吸砂-固定除臭封闭罩方式比移动吸砂-随动除臭封闭罩的建设成本高约15%。成本计算以具体工程为准,本项目具有实验性质,成本数据不具有普适性。

运行成本分析:原系统移动吸砂的运行功率为 $2.5 \text{ kW} \cdot \text{h}$,改造后定点吸砂的运行功率为 $5.5 \text{ kW} \cdot \text{h}$,为移动吸砂的2.2倍。将出砂量和能耗综合考量,原系统移动吸砂单位出砂量消耗的电能 $8.3 \text{ (kW} \cdot \text{h)} \cdot (\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1})^{-1}$,而定点吸砂为 $11 \text{ (kW} \cdot \text{h)} \cdot (\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1})^{-1}$,为移动吸砂的1.33倍。分析其原因为移动吸砂桥车使用的是砂泵,定点吸砂使用的是气提,两者属于不同的吸砂方式,不具有可比性。



图6 曝气沉砂池改造前后对比

Fig. 6 comparison of before and after renovation of aeration grit chamber

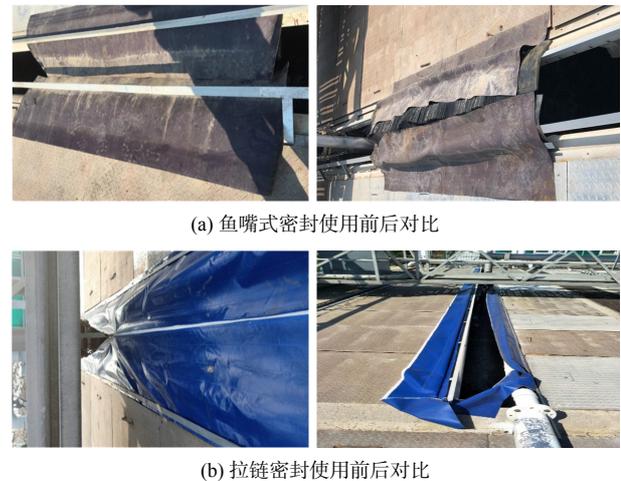


图7 随动式除臭密封实际案例

Fig. 7 Practical cases of the follow-up movable deodorization seal

表2 曝气沉砂池改造前后室内恶臭对比

Table 2 Comparison of indoor odor concentrations of aeration grit chamber before/after renovation

检测位置		氨/ $(\text{mg} \cdot \text{m}^{-3})$	硫化氢/ $(\text{mg} \cdot \text{m}^{-3})$	臭气浓度/无量纲
进水端	改造前	0.250	1.130	6 310
	改造后	0.035	ND.	18
出水端	改造前	0.138	0.057	420
	改造后	0.082	ND.	15
平均值	改造前	0.194	0.594	3 365
	改造后	0.059	ND.	16.5

维修成本分析：原系统移动吸砂的主要维修项目是砂泵更换（泵桨叶被砂粒磨损）、自控箱保养、桥车车轮更换、清理砂泵阻塞等，年维修成本约为 2.0×10^4 元。改造后定点吸砂的主要维修项目是自控箱保养、清理气提管阻塞，年维修成本约为 0.5×10^4 元。维修成本降低了 75%。

3 结论

1) 设定 $0.15 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 为砂水混合物最小携砂速度，当气提吸砂管管底吸气口流速为 $2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 时，有效吸砂直径为 1.0 m。当吹砂管管底的风速为 $10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 时，有效吹砂半径为 2 m。故气提吸砂设备间距设置为 3 m。

2) 当除臭密封罩的缝隙率小于等于约 1%，臭气溢出率为 0。当缝隙率增加至 4.5% 时，臭气溢出率出现拐点，由缓慢正比例增长改变为抛物线增长。故建议除臭密封罩的缝隙率应尽可能小，不得超过 4.5%。

3) 定点气提吸砂代替排砂机（行车）、固定除臭封闭罩代替随动封闭罩，可实现沉砂池出砂量明显增加、沉砂池室内臭气大幅降低，同步除砂、除臭的工艺目标。其建设成本和运行成本高于移动吸砂-随动除臭封闭，维修成本低于移动吸砂-随动除臭封闭。

参考文献

- [1] 陈敢, 高子慧, 何拓, 等. 恶臭污染治理的研究进展及展望[J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 2023(1): 1-6.
- [2] 董磊, 张欣, 苏晗辰, 等. 大型污水处理厂恶臭气体成分及来源的现场实测研究[J]. 给水排水, 2022(6): 35-42.
- [3] 马文林, 刘文其, 郭丽平. 城市污水处理厂恶臭气体处理技术的研究进展[J]. 应用化工, 2022(9): 2747-2755.
- [4] 熊付春, 张超. 城镇污水处理厂含硫恶臭污染源强的防治[J]. 资源节约与环保, 2021(7): 79-80.
- [5] 张伟军, 戴巧芸, 杨晓芳, 等. 污水处理厂污泥处理处置过程中的恶臭污染特征与恶臭物质减排控制措施[J]. 环境工程学报, 2023(2): 351-367.
- [6] 毛柱谦, 郑泽锦, 崔世亮, 等. 城镇污水处理厂恶臭气体分析及处理技术研究进展[J]. 安徽化工, 2023(1): 31-34.
- [7] 周泽友. 污水处理厂除臭技术及其案例分析[J]. 化学工程与装备, 2022(12): 304-306+320.
- [8] 席劲瑛, 胡洪营, 罗彬, 等. 城市污水处理厂主要恶臭源的排放规律研究[J]. 中国给水排水, 2006, 22(21): 99-103.
- [9] 韩彩云, 张晶宇, 丁永伟, 等. 曝气沉砂池 H_2S 排放浓度的时间变化与影响因素[J]. 中国给水排水, 2020(7): 74-77+83.
- [10] 王智超. 城市污水处理厂硫化氢排放特征及释放模型研究[D]. 北京: 清华大学, 2013.
- [11] 马鹏飞, 张薛龙, 胡大勇, 等. 一种曝气沉砂池排沙渠密封装置[P]. 北京市: CN219002081U, 2023-05-12.
- [12] 吕新, 王雪峰, 钱呈根, 等. 一种用于曝气沉砂池的密封结构[P]. 江苏省: CN215026248U, 2021-12-07.
- [13] 臧翀, 王维康, 张辉平, 等. 一种曝气沉砂池行走封闭系统[P]. 广东省: CN213100954U, 2021-05-04.
- [14] 俞海峰, 卓芝理, 张警晶. 一种污水厂曝气沉砂池的动态刮砂密封装置[P]. 江苏省: CN208525908U, 2019-02-22.
- [15] 杨青青, 鞠庆玲. 曝气沉砂池的密封装置[P]. 上海: CN205639622U, 2016-10-12.
- [16] 焦艳红, 邓金根, 牟善波. 垂直井筒出砂开采最小携砂速度计算[J]. 西部探矿工程, 2010(3): 101-103.
- [17] 刘梁, 刘伟华, 刘智晓. 城市污水含砂特征及不同沉砂池除砂效率研究[J]. 中国给水排水, 2023(21): 61-66.

(责任编辑: 金曙光)

Study on the synchronous degritting and deodorization performance of fixed-point sand suction in aerated grit chamber of municipal sewage treatment plant

ZHAO Shan^{1,2,3,*}, PENG Hao^{1,2,3}, YUAN Xing^{1,2,3}, CHANG Jiang^{1,2,3}, WANG Jiawei^{1,2,3}

1. Beijing Drainage Group Co., Ltd, Beijing 100124, China; 2. Beijing Drainage Technology Co., Ltd, Beijing 100124, China; 3. Beijing Engineering Research Center of Wastewater Resource, Beijing 100124, China

*Corresponding author, E-mail: zhaoshan@bdc.cn

Abstract The reciprocating operation of the sand discharging machine in the municipal sewage aerated sand settling tank cause two problems: less sand output and odor release. To solve these problems, the performance of the alternative solutions was investigated. The sand removal was carried out by a fixed-point air sand suction and the follow-up movable sealing was replaced by a fixed deodorization sealing. The mathematical simulation method was used to evaluate the distance between air sand suction equipment and sealing property. The optimal simulation results were obtained as follows: the interval distance of the air lift components was 3 m, and the gap rate of the fixed seal was less than 1%. Then, a validation experiment was carried out in a municipal sewage treatment plant in North China. The results showed that the sand production capacity of the aeration grit chamber was increased to $0.0313 \text{ L} \cdot \text{m}^{-3}$ (increased 67%), met the requirements of Water Supply and Drainage Design Manual, and the odor concentration in the room of aeration grit chamber was 16.5 (reduced by 98%), the ammonia mass concentration was $0.059 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ (reduced by 63%), and the hydrogen sulfide mass concentration was below the detection limit (reduce by nearly 100%), met the requirements of DB11/2007-2022. The proposed optimal transformation design could achieve the target of synchronous degritting and deodorization. This study provides useful reference for the optimization and transformation of aeration grit chamber in municipal sewage treatment plants.

Keywords municipal sewage; aeration grit chamber; fixed-point sand suction; odor