

污水厂生化池MLVSS/MLSS值监测与泥砂粒径分析

高梦国, 高欣*, 李昂

中国市政工程东北设计研究总院有限公司, 吉林 长春

收稿日期: 2025年2月28日; 录用日期: 2025年3月24日; 发布日期: 2025年3月31日

摘要

本文连续监测了污水厂生化池的MLVSS/MLSS指标及检测了无机泥砂粒径。检测结果表明, 目前该污水厂生化池无机砂粒成分过高, 即MLVSS/MLSS比值在0.3~0.4之间, 大幅度低于设计标准。另外无机泥砂粒径过小, 主要分布在15~60 μm 之间, 难以在现有的污水生化系统中去除。本文的检测结果对今后生化池的改造及除砂装置的设计提供了有效的参考。

关键词

混合液悬浮固体浓度, 混合液挥发性悬浮固体浓度, 除砂装置, 生化系统

Monitoring and Analysis of MLVSS/MLSS Values in Wastewater Plant Biochemical Tanks and Grit Removal Program

Menggou Gao, Xin Gao*, Ang Li

China Northeast Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Changchun Jilin

Received: Feb. 28th, 2025; accepted: Mar. 24th, 2025; published: Mar. 31st, 2025

Abstract

In this paper, the MLVSS/MLSS indexes of the biochemical pond of the sewage plant were continuously monitored and the inorganic sediment particle size was detected. The test results showed that the current inorganic sand composition of the sewage plant biochemical tank was too high, i.e., the

*通讯作者。

MLVSS/MLSS ratio was between 0.3 and 0.4, which was substantially lower than the design standard. In addition, the inorganic silt particle size was too small, mainly distributed between 15~60 μm , which was difficult to be removed in the existing wastewater biochemical system. The test results in this paper provided an effective reference for the future modification of the biochemical tank and the design of the grit removal device. to the Hans standard, which illustrates all the formats.

Keywords

Mixed Liquor Suspended Solids Concentration, Mixed Stream Volatile Suspended Solids Concentration, Desanding Device, Biochemical System

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

目前,我国一些污水处理厂运行过程中长期存在着生化池 MLVSS/MLSS 低的现象。由于碳源是影响生物除磷脱氮的一个重要因素。为了节省水厂用地,减少工程造价,同时也因为现在污水厂的进水碳氮比和碳磷比低,为了提供更多的进水碳源,现在设计的大多数污水厂都取消了初沉池或者设计了超越初沉池的管线,这就使得一些污水中的细微泥沙没有办法被去除[1] [2]。

活性污泥的 MLVSS/MLSS 比值是一种常用的用来评价活性污泥的参数。长期以来,污水处理设计手册及规范等资料都认定活性污泥的 MLVSS/MLSS 取值在 0.7~0.9 之间,即活性污泥中无机固体的含量 MLSS/MLSS 被理所当然地认为在 10%~30%之间。近年通过运行的部分污水处理厂数据表明,很多污水处理厂的 MLVSS/MLSS 低至 0.2,近期了解一些运行状态比较好的污水处理厂的 f 值,也是维持在 0.5 左右,运行污泥浓度为 4500 mg/L,该水厂设计采用的污泥浓度为 3500 mg/L, f 值采用 0.75,实际的运行参数与设计参数出入较大。

我国城市污水处理厂的核心处理单元为生物处理,如以去除 BOD_5 为主的传统活性污泥法及能够实现脱氮除磷的 A^2O 法[3] [4]。这些方法中去除 BOD_5 乃至脱氮除磷靠的都是污水中具有一定功能的活性污泥,它们的种类、形态与组成对于有机物的降解起到至关重要的作用。活性污泥主要由四部分组成,即具有代谢功能的活性微生物群体;微生物内源呼吸和自身氧化的残留物;被污泥絮体吸附的难降解有机物;被污泥絮体吸附的无机物[5]。活性污泥上的活性微生物群体如细菌、真菌、原生动物等对有机物起到直接的净化作用[6]。表征污水中活性污泥浓度的参数包括混合液悬浮固体浓度(MLSS)及混合液挥发性悬浮固体浓(MLVSS)[7]。MLSS 表示曝气池中单位体积混合液所含悬浮固体的浓度,它是间接反映混合液中所含微生物量。MLVSS 表示活性污泥中有机固体物质的浓度,更能直接反应污泥的活性。在城市污水处理系统中,MLVSS/MLSS 的正常值一般介于 0.75~0.85 之间,比较稳定[8]。MLVSS/MLSS 低于污水处理厂正常运行的数值,对生化处理系统、污泥脱水系统及配套的设备会造成较大影响。如果 MLVSS/MLSS 值低,即活性污泥中有机成分(MLVSS)所占比例减少,无机成分(MLSS-MLVSS)所占比例增大,这样会导致生化池底部无机泥沙淤积严重[9]。沉积在生化池底部的泥沙会减小生化池有效容积,随剩余污泥排出的泥砂会增加剩余污泥处理难度。累积在管路和设备中的泥砂还会堵塞管路,加速机械设备磨损,增加水头损失,增加电耗和运行费用等。

本文以东北某典型污水处理厂为例,对污水厂生化池的 MLVSS/MLSS 值进行长期监测。污水厂内设

有四格改良 A²/O 生化池, 运行参数及边界条件基本一致, 因此通过分析其中一格参数, 评价其生化池 MLVSS/MLSS 值的大小, 及无机物成分即泥砂的粒径情况, 为生化池设计改造或泥砂处理时进行参考。

2. 生化池 MLVSS/MLSS 监测结果与分析

为了评价生化池 MLVSS 在 MLSS 中的所占比例, 对生化池中 MLSS 和 MLVSS 进行了为期 9 个月的污泥浓度监测。图 1 为每月 MLSS 值的变化情况。从图 1 中可知, 1 至 9 月 MLSS 值基本在 2500 mg/L 以上, 最高可超过 7000 mg/L。其中 1 至 9 月按月平均的 MLSS 值分别为 4942, 4412, 4648, 4540, 4729, 4318, 3276, 3367, 3741 mg/L。一般来讲 MLSS 值的设计指标为 3500 mg/L, 该生化池的 MLSS 值与设计指标比较符合。图 2 为每月 MLVSS 值的变化情况。从图 2 中可知, 1 至 9 月 MLVSS 值基本在 800 mg/L 以上, 最高能达到 4000 mg/L。其中 1 至 9 月按月平均的 MLVSS 值分别为 1953, 1759, 1679, 1289, 1609, 1574, 1161, 1290, 1336 mg/L。为了进一步分析 MLVSS 在 MLSS 中的所占比例, 在图 3 中绘出了 1 至 9 月 MLVSS/MLSS 值的变化趋势。从图 3 可知, 9 个月内的 MLVSS/MLSS 值大致在 0.2~0.7 的范围。通过图 4, 对 MLVSS/MLSS 按月取平均值, 其月平均值在 0.287~0.386 之间。另外对 MLVSS, MLSS, MLVSS/MLSS 在 9 个月内出现的频次与频率进行了分析。9 个月内共检测样品 273 次, 根据 MLVSS 与 MLSS 浓度范围及 MLVSS/MLSS 比值范围将各频次与频率绘制在图 5 与图 6 上。由图 5 可知, MLSS 的浓度范围在 3000~5000 mg/L 为主, 而 MLVSS 的浓度范围占比最大的则小于 200 mg/L。由图 6 可知, MLVSS/MLSS 比值为 0.3~0.4 范围出现的频次与频率最高, 占比大于 80%。一般来讲污水处理厂的 MLVSS/MLSS 设计值在 0.7~0.8 之间, 本污水厂生化池的 MLVSS/MLSS 值远低于正常设计值。由于 MLSS 值与设计值没有明显差距, 因此主要是生化池中 MLVSS 值过低造成 MLVSS/MLSS 比值过低。这正说明生化池中有机污泥的浓度过低, 而无机泥砂的含量过高。因此有必要针对该生化池中无机泥砂过高的现象采取一定的处理措施, 避免后续污水及污泥处理工艺受到严重的不良影响。

通过调研分析, 发现主要有如下原因: (1) 污水厂进水中泥砂含量较高, 其中粒度较小的细微泥砂和粘土较多。如粒径小于 100 μ m 范围的细微泥砂不能被沉砂池及初次沉淀池有效地去除, 使得泥砂进入后续生物处理单元。(2) 有的污水处理厂设计时并没有考虑初次沉淀池, 经过长年的运行, 其生化池底部就可能产生很高的淤泥。(3) 为了适应污水厂的提标, 达到去除 BOD₅ 及脱氮效果, 提高了回流污泥浓度, 使得更多的无机泥砂循环到生化池, 而减小了随剩余污泥排放的量, 这样造成了 MLVSS/MLSS 比值的降低。

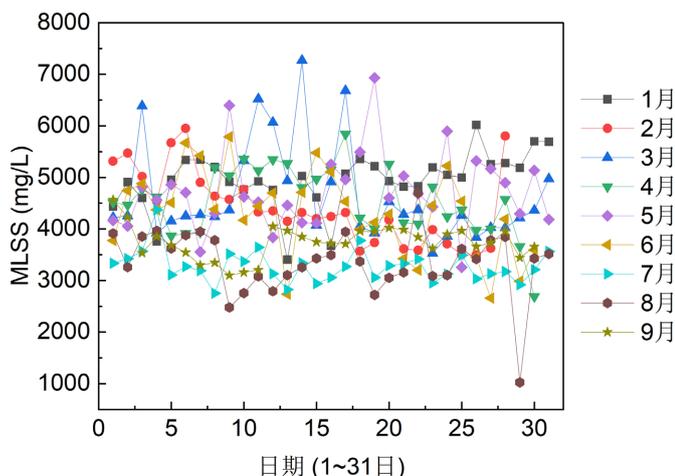


Figure 1. The change of MLSS in every month
图 1. 每月 MLSS 值变化情况

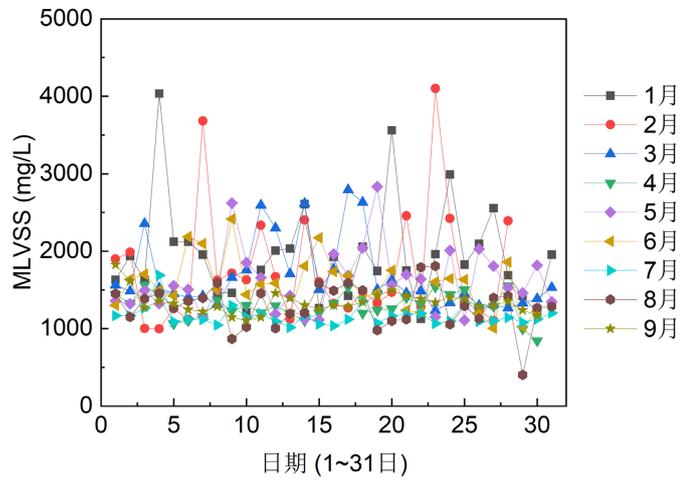


Figure 2. The change of MLVSS in every month
图 2. 每月 MLVSS 值变化情况

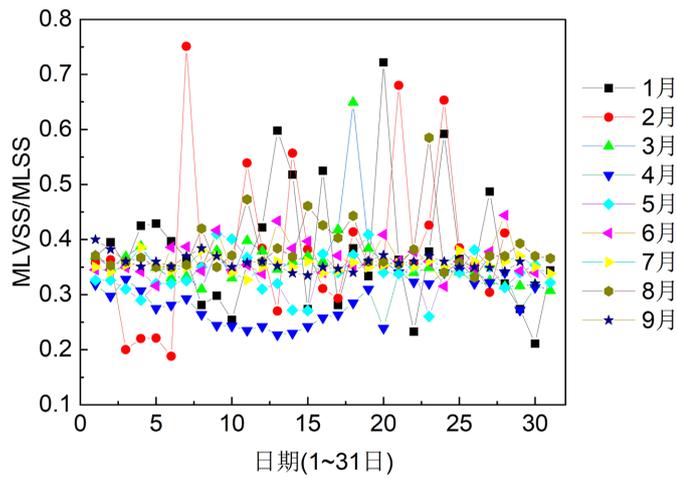


Figure 3. The change of MLVSS/MLSS in every month
图 3. 每月 MLVSS/MLSS 值变化情况

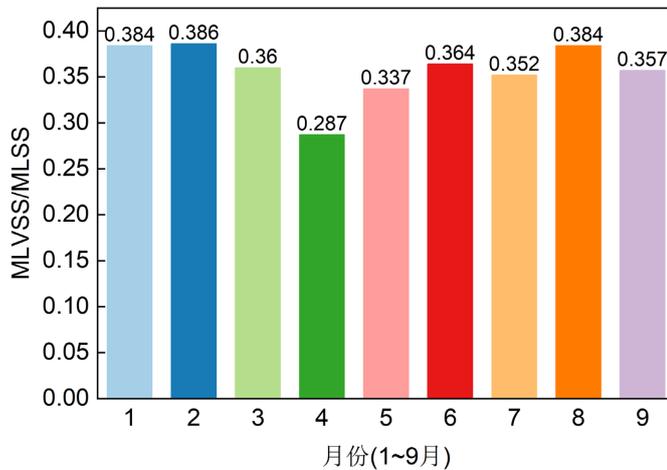


Figure 4. The average value of MLVSS/MLSS in every month
图 4. MLVSS/MLSS 月平均值

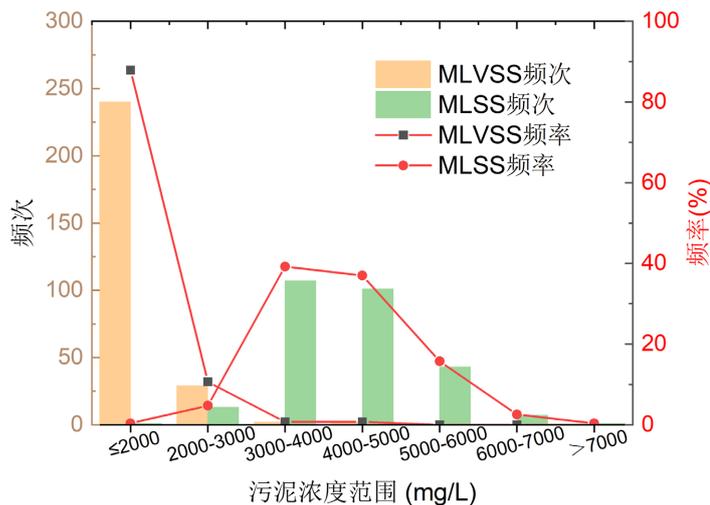


Figure 5. The number and frequency of MLVSS and MLSS

图 5. MLVSS 与 MLSS 的频次与频率

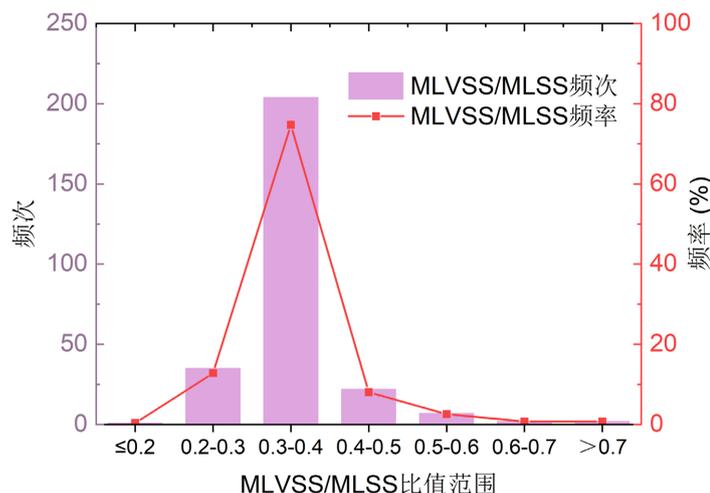


Figure 6. The number and frequency of MLVSS/MLSS

图 6. MLVSS/MLSS 的频次与频率

污水处理厂存在着生化池 MLVSS/MLSS 低的现象,对后续的处理和操作带来很多麻烦。因此应加强对生物池 MLVSS/MLSS 值的监测,对于低于正常 MLVSS/MLSS 值的生化池,应采取适当的策略与方法减轻或避免这一现象的发生,来维持生化池的正常运行。

3. 污泥中无机物粒径分析

根据上述对生化池 MLVSS/MLSS 值的监测结果得知,生化池的 MLVSS/MLSS 比值低,其中无机成分(MLSS-MLVSS)占比较高。无机物成分主要为砂粒,其粒径的大小对于选择后续的除砂方法及除砂设施非常重要。因此本文对生化池污泥中的砂粒粒径进行了检测。

采用沉降法对砂粒粒径进行了分析,主要设备为离心沉降式粒度仪。采用该仪器对生化池混合污泥中的无机粒径进行了分离,沉降方式为重力沉降结合离心沉降(750 r/m),沉降距离为 4 cm,沉降总时间为 15 min,其中重力沉降时间为 11 min。对污水厂生化池混合液污泥浓度随机取样,每组取样 100 mL,设有 5 组编号(编号为 1-5#)。粒径分五个档次进行测量: <15 μm, 15~30 μm, 30~45 μm, 45~60 μm, 60~70

μm 。各组样品的粒径占比及总体占比见图 7 与图 8。五组粒径检测结果表明，污水厂生化池中无机粒径尺寸主要在 15~60 μm 之间，可根据此粒径占比对筛分设备进行选择与设计。

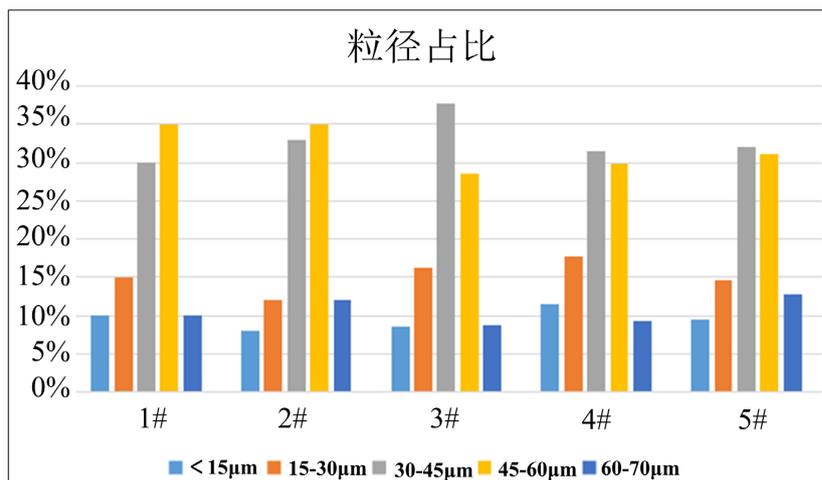


Figure 7. Percentage of sand grain size in each sample
图 7. 各样品中砂粒粒径的占比情况

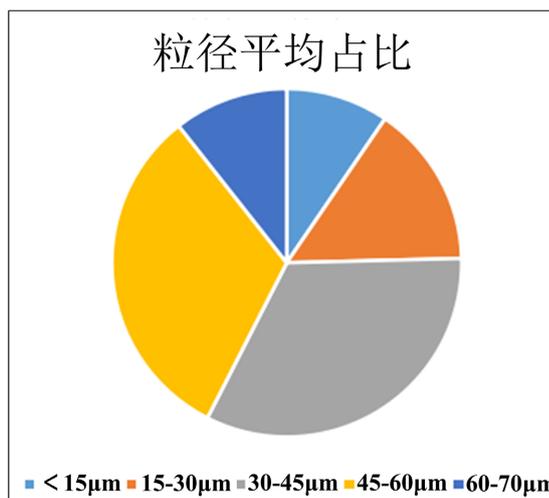


Figure 8. Overall percentage of sand grain size in each sample
图 8. 各样品中砂粒粒径的总体占比

4. 总结

本文对东北某污水厂改良 A²/O 生化池内污泥 MLVSS 与 MLSS 进行了为期 9 个月的监测，分析了 MLVSS/MLSS 的变化趋势，认为该污水厂的 MLVSS/MLSS 比值过低，会对后续的工艺造成不良影响。另外本文对生化池污泥中的泥砂粒径进行了检测，确定了不同粒径的泥砂的占比，发现泥砂粒径主要分布在 15~60 μm 之间，这些泥砂用常规的除砂方法较难去除。上述检测结果为今后污水厂生化池的改造及除砂装置的选择提供了有效的参考。

基金项目

中国市政工程东北设计研究总院有限公司资助项目(编号：RP2023016960)。

参考文献

- [1] 汤映晖, 徐承志, 薛朝霞, 等. 宜兴市典型污水处理厂水质特征分析及提标改造建议[J]. 环境科技, 2023, 36(3): 35-41.
- [2] 廖宏翔, 肖安琪. 城镇污水处理厂外加碳源分析和可降耗措施探究[J]. 四川化工, 2023, 26(2): 49-51, 56.
- [3] 陈相宇, 郝凯越, 苏东, 等. A²/O 法处理高海拔地区污水的特性研究[J]. 水处理技术, 2018, 44(2): 93-96.
- [4] 张亮, 段昕宇. 反硝化除磷技术及其影响因素[J]. 辽宁化工, 2023, 52(5): 691-693, 700.
- [5] 张慷余, 陈俊江, 周力, 等. 基于高负荷活性污泥法城市污水碳捕获研究进展[J]. 水处理技术, 2024, 50(7): 8-14, 34.
- [6] 央初卓玛, 蔡露, 唐宇, 等. 活性污泥法处理城市污水研究进展[J]. 辽宁化工, 2024, 53(2): 269-271.
- [7] 邵东旭. 低污泥负荷运行的生化系统中 LS、MLVSS/MLSS 和泥龄之间的关系式推导与应用示例[J]. 造纸装备及材料, 2023, 52(3): 135-137.
- [8] Fan, J., Ji, F., Xu, X., Wang, Y., Yan, D., Xu, X., *et al.* (2015) Prediction of the Effect of Fine Grit on the MLVSS/MLSS Ratio of Activated Sludge. *Bioresource Technology*, **190**, 51-56. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.04.035>
- [9] Huang, X., Lu, Y., Wu, G. and Liu, Z. (2020) Research on the Experiment of the Enhancement Removal of Fine Sand by Hydrocyclone in Sewage Treatment Plant. *Environmental Science and Pollution Research*, **28**, 337-353. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10493-w>