



文章栏目: 相关研究

DOI 10.12030/j.cjee.201909024

中图分类号 X506

文献标识码 A

王波, 张志强, 柴守宁, 等. 以液体硅胶与聚苯乙烯塑料泡沫小球为主体的掩蔽剂对污水暂存空间中恶臭气体的控制[J]. 环境工程学报, 2020, 14(7): 1975-1982.

WANG Bo, ZHANG Zhiqiang, CHAI Shouning, et al. Control of malodorous gases in the temporary storage space of sewage by the masking agent of liquid silicone and polystyrene plastic foam beads[J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2020, 14(7): 1975-1982.

以液体硅胶与聚苯乙烯塑料泡沫小球为主体的掩蔽剂对污水暂存空间中恶臭气体的控制

王波¹, 张志强¹, 柴守宁¹, 丁文韬¹, 管伟², 卢金锁^{1,*}

1. 西安建筑科技大学环境学院, 西安 710055

2. 西安市市政设施管理局, 西安 710016

第一作者: 王波(1993—), 男, 硕士研究生。研究方向: 污水管道有害气体的控制。E-mail: wangbo@xauat.edu.cn

*通信作者: 卢金锁(1977—), 男, 博士, 教授。研究方向: 城镇排水系统优化。E-mail: lujinsuo@xauat.edu.cn

摘要 为控制污水暂存空间产生的恶臭气体对周围环境造成的不利影响, 在污水表面覆盖以液体硅胶(LSR)与聚苯乙烯塑料泡沫小球(EPS)为主体的掩蔽剂, 通过增加污水中 H_2S 向气相扩散的传质阻力来控制恶臭气体从污水中的释放。分别探究了掩蔽剂的成分组成、配比和平铺厚度对掩蔽效果的影响, 以及掩蔽剂对下部水体水质的影响。结果表明: 以LSR+EPS为载体的掩蔽剂可以阻断 H_2S 的释放, 其中以半透明LSR+EPS为载体的掩蔽剂效果最好; 当半透明LSR与EPS载体的质量比为15~40, 平铺厚度为0.1~0.5 cm时, 其使用效果最好; 掩蔽剂下部水体硫化物的浓度随污水停留时间的增加而增大; 若利用SRB产物(高浓度 H_2S)抑制微生物, 尚需较长时间达到毒性阈值。该掩蔽剂增加了 H_2S 的传质阻力, 有助于控制恶臭气体释放对所处环境的危害。

关键词 H_2S ; 液体硅胶; 聚苯乙烯塑料泡沫小球; 污水暂存空间; 气液界面; 恶臭气体控制

我国城市环境充斥着各种各样的恶臭气体, 其中有部分气体是由随处可见的污水暂存空间中释放而来。污水暂存空间是指为污水提供短期存储的有限空间, 比如露天厕所及城市地下轨道交通附属厕所的化粪池、污水池, 压力流排水管道提升泵站的污水池, 以及各种用途的污水暂存池等。暂存空间污水中的微生物群落, 将复杂有机物水解转化为小分子有机物(主要为VFA), 并在产氢产乙酸菌的作用下转化为氢和乙酸, 进一步在甲烷菌(MA)的作用下产生甲烷和二氧化碳^[1]。此外, 在硫酸盐存在的条件下, 生物膜或沉积物中的硫酸盐还原菌(SRB)可将硫酸盐还原为硫化氢气体^[2]。因此, 生活污水成分比例较高的密闭空间会产生 H_2S 、 CH_4 、CO等有害气体^[3-4]。目前, 控制硫化氢释放的方法主要有投加铁盐^[5]、氧化剂^[6]和杀菌剂^[7], 还有利用“烟囱效应”的自然通风法。但是, 由于经济成本及季节性因素的限制, 这些控制措施并未被广泛采用。

标准大气压下, 在30℃时, H_2S 在水中的饱和浓度大约3 580 mg·L⁻¹; 在20℃时, H_2S 在水中的饱和溶解度大约为5 000 mg·L⁻¹。虽然 H_2S 在水中的饱和溶解度较大, 但经常检测到污水上方

收稿日期: 2019-09-05; 录用日期: 2019-12-24

基金项目: 陕西省重点研发项目(2019ZDLSF06-04); 国家自然科学基金资助项目(51778523)

气相中有较高浓度的 H_2S ，而此时污水中的 H_2S 并未达到饱和溶解度。因此，可在污水表面覆盖一种物质使 H_2S 传质阻力增加，从而充分利用饱和溶解度让 H_2S 尽可能溶解，进而无法进入气相，称这种物质为掩蔽剂。此种做法的重要意义在于：对数量较多、面积较小的污水池，控制 H_2S 的产生与释放措施成本较高；对环境要求较高但又不具备处理条件的污水池，可以使其中的硫化物流至集中处理处或适宜排放处。关于这方面的研究在石油开采领域较多。JACOBSON 等^[8] 和 KIM 等^[9] 的研究表明，使用大豆油和精油可以使 H_2S 处在油层下面，能显著降低排放到周围环境中的 H_2S 。相比之下，菜籽油无效，但产生这种不同效果的原因目前尚不清楚^[10-11]。

同时，污水中的 H_2S 浓度到达一定值时，可以抑制相关微生物。REIS 等^[12] 的研究表明：在低 pH 下，SRB 生长期间会受到产生的未离解的乙酸的抑制作用；在较高的 pH 下， H_2S 的抑制作用占主导地位；在接近中性 pH 下，发酵主要受所产生的 H_2S 的影响，并且在较小程度上受乙酸浓度的影响。REIS 等^[12] 还发现，硫酸盐还原产生的 H_2S 对 SRB 的毒性作用具有直接性和可逆性，当硫化氢浓度为 $547 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 时，可完全抑制 SRB 的生长。ABRAM 等^[13] 的研究表明， H_2S 对未经驯化的产甲烷菌致害浓度为 $50 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ 。抑制作用是由于 H_2S 进入微生物细胞内，与细胞内色素中的铁和含铁物质结合，导致电子传递系统失活，进而破坏其中的蛋白质^[14]。因此，当硫酸盐浓度过高时，硫酸盐还原菌和产甲烷菌均受到了抑制，但溶解性硫化物对硫酸盐还原菌的毒性阈值比产甲烷菌更高^[15]。

由于大豆油和精油在水中会扩散和挥发，故有必要寻找一种更实用的掩蔽剂。本研究通过实验筛选出合适的 H_2S 掩蔽剂，并探究了掩蔽剂成分的组成比例和平铺厚度对掩蔽效果的影响。此外，还考察了掩蔽剂对下部水体水质的影响情况，讨论了掩蔽剂下部水体中高浓度溶解态 H_2S 对相关微生物的抑制作用。研究结果可为控制恶臭气体释放对所处环境的危害提供参考。

1 材料与方法

1.1 较优掩蔽剂的筛选

作为阻挡 H_2S 气体的掩蔽剂，应当具有以下几个特点：其密度比污水密度小； H_2S 气体分子不溶于且不能扩散进入该掩蔽剂中； H_2S 气体形成的气泡不能穿过该掩蔽剂进入污水上部的空气中（ H_2S 气泡在液体中的上浮速度取决于浮力、黏性阻力和污水清洁度，当液体黏性阻力足够大，将会制止 H_2S 的析出）；掩蔽剂向污水中的分子扩散应尽可能小（否则随着扩散，掩蔽剂将损耗）；掩蔽剂与水互不相溶，保持稳定；掩蔽剂不易挥发，不易燃，无毒。

由于 H_2S 是极性分子，故依据相似相溶的原理，寻找的物质应当是非极性的。相似相溶的原理仅为一般规律，所以也需对分子间作用力、偶极作用以及范德华力进行考量。同时，还需要对所选的物质进行实验来验证是否可以隔绝 H_2S 。

实验选用的 H_2S 掩蔽剂有肉豆蔻酸异丙酯 (IPM)、芝麻油、LSR、二甲基硅油 (分析纯)、液体石蜡 (MSDS)(化学纯)。各物质的基本性质见表 1。实验用 H_2S 依据式 (1) 制得。



针对密度比水小的掩蔽剂，取 5 个 500 mL 的烧杯，分别向其中加入 300 mL 自来水和 3 g Na_2S ，并加入 2 mL 的 $2.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ HCl，轻晃摇匀。然后，立即向其中 4 个烧杯中分别加入等体积的 IPM、芝麻油、二甲基硅油、MSDS，从而将烧杯内的液体表面完全覆盖，随后用封口膜封闭烧杯口，并用胶带缠紧四周，以防止产生的 H_2S 释放出来。使用 M40 气体检测仪测量各个烧杯上部气相中的 H_2S 气体浓度。作为对照组，最后 1 个烧杯不加入掩蔽剂，当加入 HCl 后，立即用封口膜封闭烧杯口。

针对密度比水大的掩蔽剂，取 2 个 500 mL 烧杯，各加入 3 g Na_2S ，再加入 2 mL 的 $2.5 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$

HCl，然后分别向其中加入等体积的乳白色 LSR 和半透明 LSR，随后密封烧杯口。使用 M40 气体检测仪测量各个烧杯气相中的 H₂S 浓度。

针对乳白色 LSR 和半透明 LSR 的密度问题，可考虑加入二甲基硅油或直径为 1 mm 的 EPS 作为载体，以改善其密度。

1.2 掩蔽剂成分最适比例的确定

确定了最优的掩蔽剂后，在满足浮力的前提下，探究半透明 LSR 和 EPS 在不同质量比下的掩蔽效果。用质量变化和表面扩散面积分别表征稳定性和流动性。称其初始重量 M_{ns} ，随即加入到放置在水面的底部开口的纸杯，使其初始扩散面积一致。加入后，将纸杯移除，开始进行扩散。静置 3 h 后，测量形成的扩散面积，并将样品回收，晾干，称其最终重量 M_{nf} 。掩蔽剂样品的质量变化可根据式 (2) 进行计算。

$$\Delta M = M_{ns} - M_{nf} \quad (2)$$

式中： M_{ns} 为烧杯和其中的残余物的质量，g； M_{nf} 为洗净和晾干烧杯和其中的残余物的质量，g。

1.3 最适平铺厚度的确定

确定了掩蔽剂的最适质量比后，为了满足生产实践的要求，进一步考察了 6 种配比比例在不同平铺厚度条件下的效果，得出最适的平铺厚度。

取多个 500 mL 烧杯，分别加入 300 mL 自来水，将配制好的同一配比的掩蔽剂样品加入其中，控制平铺厚度为 0.1、0.2、0.3、0.4、0.5、1.0、1.5、2.0、2.5 cm，随后使用不同配比的样品，依次重复以上实验。平铺后静置 24 h，将表面样品捞出、倒掉水、晾干。杯内残余物质量的计算如式 (3) 所示。

$$\Delta N = N_{ns} - N_{nf} \quad (3)$$

式中： N_{ns} 为烧杯和其中的残余物的质量，g； N_{nf} 为洗净和晾干烧杯和其中的残余物的质量，g。

1.4 水质影响实验

为探究掩蔽剂下部的水质随时间的变化，分别构建反应器 A 和 B (图 1)，其高为 320 mm，直径为 80 mm，并放入 20 °C 水中保温。分别向 2 个反应器中加入 4 L 配制的人工污水，并放入 4 个附着硫酸盐还原菌的载体滤料。在反应器 B 中的污水表面平铺掩蔽剂。每间隔 3 d，分别从出水口取水样，测定其中硫化物的含量。将出水口打开流出 2 L 污水，从进水口补充 2 L 新鲜污水，从而为硫酸盐还原菌提供营养物质。在反应器 A 上部开 2 个小孔，模拟现实中的非密封条件。使用英思科 M40 Pro 气体组分仪，通过小孔测量上部气相中的 H₂S 浓度。

1.5 药剂和分析方法

实验所用的人工污水配方 (每 50 L) 为葡萄糖 10 g、NH₄Cl 3 g、Na₂HPO₄·12H₂O 1.25 g、NaH₂PO₄·12H₂O 1.25 g、KHCO₃ 2.5 g、NaHCO₃ 6.5 g、MgSO₄·7H₂O 2.5 g、MnSO₄·H₂O 0.1 g、FeSO₄·7H₂O 0.1 g、无水 CaCl₂ 0.15 g、酵母 1.5 g、

表 1 掩蔽剂的性质
Table 1 Properties of the selected masking agent

名称	20 °C 密度/ (g·cm ⁻³)	闪点/°C	基本性质
IPM	0.850	152	几乎不溶于水
芝麻油	0.919	255	不溶于水
乳白色 LSR	1.020	无资料	强度较大
半透明 LSR		无资料	抗撕裂
二甲基硅油	0.970~0.980	155	最高使用温度 不能超过 250 °C
MSDS	0.835~0.855	300	不溶于水

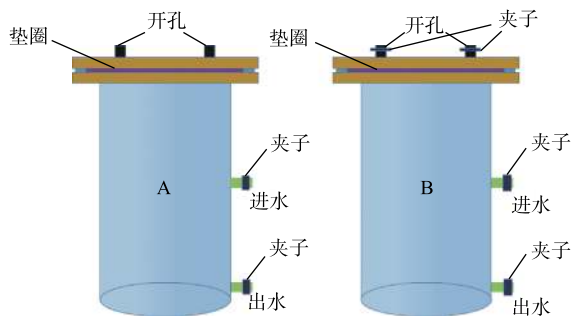


图 1 反应器示意图

Fig. 1 Schematic diagram of the reactor

尿素 1.5 g、蛋白胨 1 g、大豆蛋白胨 1 g、胰蛋白胨 1 g、酪蛋白胨 1 g。实验中硫化物的浓度测定采用《水质硫化物的测定亚甲基蓝分光光度法》(GB/T 16489-1996)。

2 结果与分析

2.1 掩蔽剂对 H_2S 的掩蔽效果比较及其机理分析

各种掩蔽剂对 H_2S 的掩蔽效果通过各烧杯上部气相中的 H_2S 浓度进行评价, 其结果如图 2 所示。由图 2 可知, 将 IPM、二甲基硅油、MSDS 平铺到液面之后, 被液面下部的 H_2S 穿透, 没有起到阻挡 H_2S 的作用, 使得上部气相中 H_2S 浓度升高。而芝麻油、乳白色 LSR、半透明 LSR 上部气相没有出现 H_2S 气体, 说明其起到了掩蔽的作用。通过以上实验, 初步排除了 IPM、二甲基硅油、MSDS 作为备用的掩蔽剂, 在后续研究中选用 LSR 作为掩蔽剂。

图 3 反映了 LSR 的密度对掩蔽效果的影响情况。由图 3 可知: 在含有二甲基硅油和 LSR 的掩蔽剂中, 均出现了 H_2S 析出的现象; 而以 EPS 作为载体的 LSR, 完全可以阻止 H_2S 的析出。其原因可能有 2 种: 二甲基硅油通过打断 LSR 的化学键, 改善了 LSR 的黏度、流动性和密度, 当黏度下降时, 液相中的 H_2S 分子通过热运动, 更易扩散并穿透 LSR; 当二甲基硅油和 LSR 的混合物被覆盖在液体表面上时, 该混合物形成的覆盖层内有二甲基硅油通路和 LSR 通路。因液体表面的 H_2S 分子无法通过 LSR 通路进入大气, 但因 H_2S 可以扩散穿透二甲基硅油, 所以被 LSR 通路阻挡的 H_2S 扩散穿透二甲基硅油通路进入大气, 进而使得掩蔽剂失效。

图 4 反映了不同种类 LSR 对掩蔽剂的影响情况。由图 4 可知, 在 4 种不同配比下, 乳白色 LSR 比半透明 LSR 质量变化更大。其原因在于, 半透明 LSR 是利用硅胶原胶生产的, 而乳白色 LSR 则充填 $CaCO_3$ 、白炭黑, 因此, 半透明 LSR 比乳白色 LSR 更抗拉抗撕, 在水面处更易保持稳定的状态。

图 5 为掩蔽剂阻挡 H_2S 的可能机理图。从宏观角度看, H_2S 产生于污水底部的底泥中, 由于水流紊动, 使局部压力降低, 故导致 H_2S 析出。当产生的 H_2S 形成气泡后, 其中的微气泡在水中可稳定存在, 之后相互融合形成大气泡, 或在表面张力的作用下适时泯灭; 而其中的大气泡则在浮力作用下, 一边溶解, 一边上浮, 若无法在到达液面前完全溶解, 则气泡浮出水面后, 会造成 H_2S 的析出, 从而进入气相中。此时 H_2S 的析出, 并不是因为水中的 H_2S 已达到饱和, 相反, 水中还有很大的 H_2S 容纳量。而掩蔽剂就是在气水界面处增大传质阻力, 增加 H_2S 气泡在水中的溶解时间, 使 H_2S 重新溶解进入水体中, 从而不会释放到外部气相中。从微观角度看, 相界面处液膜内

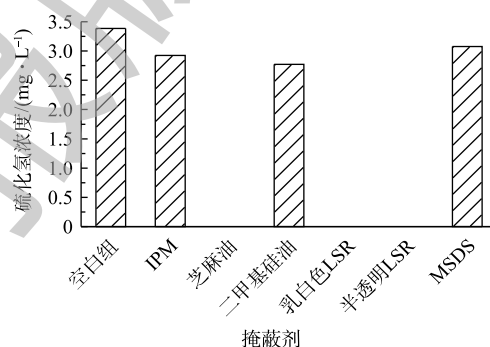


图 2 不同拟选用掩蔽剂上部气相 H_2S 的浓度

Fig. 2 Concentrations of H_2S in the upper gas phase of different proposed masking agents

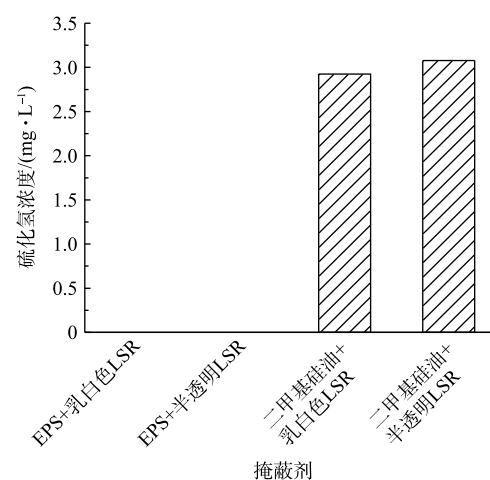


图 3 2 种不同密度的 LSR 改善法的掩蔽效果

Fig. 3 Masking effect of LSR improvement method with two different densities

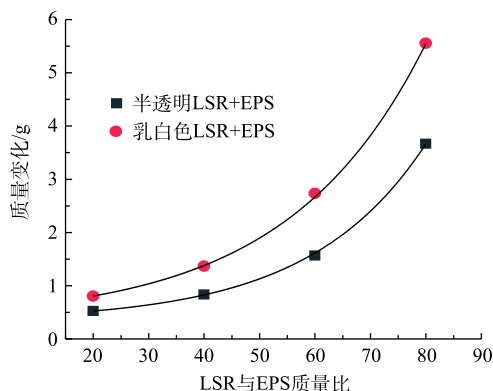


图 4 不同种类 LSR 对掩蔽剂的影响

Fig. 4 Effects of different types of LSR on masking agents

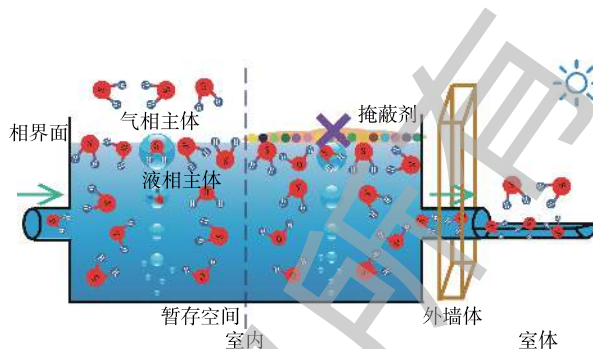


图 5 掩蔽剂阻挡 H₂S 概念图

Fig. 5 Mechanism of masking agents blocking H₂S

的 H₂S 分子依靠分子扩散进入气膜，随后进入气相主体中。但因掩蔽剂的传质阻碍，减少了 H₂S 分子在液面处的扩散。

2.2 不同配比掩蔽剂的稳定性与流动性比较

图 6 反映了半透明 LSR 与 EPS 在不同配比下对掩蔽剂的影响情况。由图 6 可知：在二者配比为 10~70 时，质量损耗变化较为平缓；当配比大于 70 时，质量损耗急剧增长。这是因为在较高的配比下，LSR 与 EPS 载体之间的黏结性变差，大部分的 LSR 均不能附着在 EPS 上，其在重力作用下将会脱离层体结构。掩蔽剂质量变化越小，其稳定性越好。因此，为了使层体结构较稳定，二者配比应该为 10~40。图 7 反映了半透明 LSR 与 EPS 载体在不同配比时对掩蔽剂流动性的影响情况。由图 7 可知，随着半透明 LSR 与 EPS 质量比的增加，掩蔽剂扩散面积也随之增加。其原因在于，随着 LSR 与 EPS 配比的增加，掩蔽剂流动性相应增加。但在配比逐渐增大的同时，扩散面积也趋于稳定，由于配比较大，导致 EPS 载体对 LSR 的流动性影响并不明显；而在配比较低时，LSR 流动性受到 EPS 载体的影响较大。较好的流动性可以对掩蔽剂表面有一定的恢复作用。因此，结合图 5 和图 6 可知，当二者的配比为 15~40 时，稳定性和流动性均可以得到较好的满足。

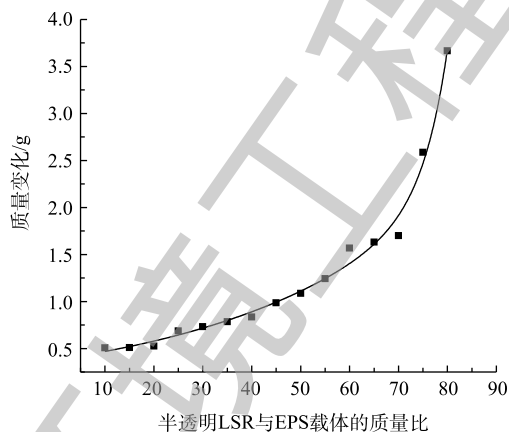


图 6 不同配比的掩蔽剂在水面的质量变化

Fig. 6 Quality change of masking agents with different proportions on the water surface

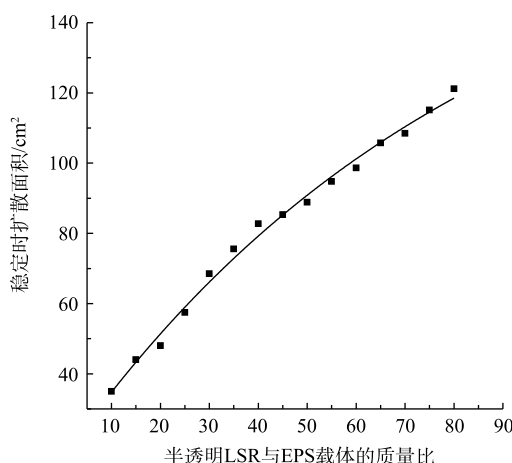


图 7 不同质量比下达到稳定状态的扩散面积

Fig. 7 Stabilized diffusion area at different mass ratios

2.3 不同平铺厚度掩蔽剂的质量变化

图 8 反映了掩蔽剂中 LSR 与 EPS 在 6 种配比下的相应平铺厚度对其稳定性的影响情况。由图 8 可知，在相同厚度下，二者配比越高，质量变化越大，导致其稳定性越差。而在同一配比下，

随着厚度的增加,质量变化越大,导致稳定性变差。当 LSR 和 EPS 配比为 15 时,质量变化趋于平缓。随着配比的进一步增大,质量变化也越来越显著。其原因为:当厚度变大时,层体上部 LSR 会在重力作用下进入层体下部,从而出现明显的分层现象。因此,当配比为 15~40 时,最优的相应平铺厚度应为 0.1~0.5 cm。

2.4 掩蔽剂下部的水质变化及产物抑制分析

图 9 反映了反应器 A 和反应器 B 水体中的硫化物浓度随反应时间的变化情况。由图 9 可知,在反应器 A 中没有加入掩蔽剂,水中硫化物多以 H_2S 形式释放。由于每次出水会使水中的硫化物随水流走,且进水会带入部分的溶解氧,因此,曲线会有所下降,之后由于 SRB 的作用,会使得水中硫化物再次上升。由于在反应器 B 中加入了掩蔽剂,虽然出水带走了部分硫化物,但厌氧环境使得 SRB 可以迅速恢复,所以导致水中硫化物含量呈缓慢增加的趋势。当停留时间较短时,水中的硫化物会伴随水流流走,导致其浓度增加较为缓慢;当停留时间较长时,水中的硫化物浓度有较快的上升。因此, H_2S 浓度能否达到 SRB、产甲烷菌的毒性阈值,取决于污水停留时间及进出水量占池体水体的体积分数等影响因素。

3 结论

- 1) 以半透明 LSR+EPS 为主体的掩蔽剂,可以增加气液传质阻力,对阻断 H_2S 的释放效果较好,可以控制恶臭气体的有害影响。
- 2) 为满足较好的稳定性和流动性,掩蔽剂中半透明 LSR 与 EPS 的配比应为 15~40。在此配比下,掩蔽剂的使用效果较好。
- 3) 掩蔽剂厚度过大时,不能忽略材料自身重力的影响。当重力大于层间黏滞力时,组分会发生分离,对掩蔽剂性质会有一定的影响。当平铺厚度降低至 0.1~0.5 cm 时,层体分离现象会消失或变得不明显。
- 4) 掩蔽剂下部水体硫化物的浓度随着污水停留时间的增加而增大。当污水停留时间较小时,硫化物浓度不高;停留时间较长时,硫化物浓度会有所上升。 H_2S 能否达到产物抑制的浓度,不仅和污水停留时间有关,也与进出水量占池体水体的体积分数有关。

参考文献

- [1] 邓丰,王镇鑫,许伟聪,等.城市生活污水排水管道内硫化氢和甲烷产生机制综述[J].广东化工,2012,39(16):104-105.
- [2] SUN J, HU S, SHARMA K R, et al. Impact of reduced water consumption on sulfide and methane production in rising main

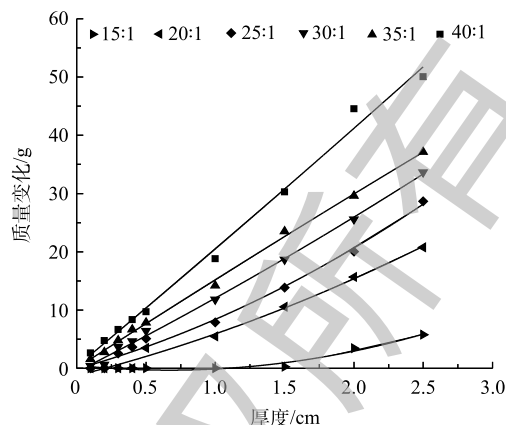


图 8 在不同配比下质量损耗与平铺厚度的关系
Fig. 8 Relationship between mass loss and tiling thickness at different proportions

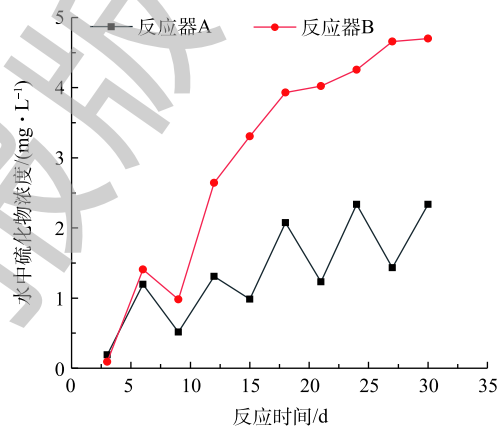


图 9 掩蔽剂下部的硫化物浓度随反应时间的变化
Fig. 9 Changes of sulfide concentration in the lower part of waterbody below the masking agent with reaction time

- sewers[J]. *Journal of Environmental Management*, 2015, 154(4): 307-315.
- [3] 许小冰, 王怡, 王社平, 等. 城市排水管道中有害气体控制的国内外研究现状[J]. *中国给水排水*, 2012, 28(14): 9-12.
- [4] 王洪臣, 汪俊妍, 刘秀红, 等. 排水管道中硫酸盐还原菌与产甲烷菌的竞争与调控[J]. *环境工程学报*, 2018, 12(7): 1853-1864.
- [5] ZHANG L S, KELLER J, YUAN Z G, et al. Ferrous salt demand for sulfide control in rising main sewers: Tests on a laboratory scale sewer system[J]. *Journal of Environmental Engineering*, 2010, 136(10): 1180-1187.
- [6] 周新云, 黄建洪, 宁平, 等. 城市污水排水系统中 H_2S 控制措施的研究现状[J]. *环境科学与技术*, 2013, 36(1): 74-78.
- [7] OCHI T, KITAGAWA M, TANAKA S, et al. Controlling sulfide generation in force mains by air injection[J]. *Water Science & Technology*, 1998, 37(1): 87-95.
- [8] JACOBSON L D, JANNI K A, JOHNSTON L J, et al. Odor and gas reduction from sprinkling soybean oil in a pig nursery[C]//American Society of Agricultural and Biological Engineers. American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting, Orlando, Florida, 1998: 1-9.
- [9] KIM K Y, KO H J, KIM H T, et al. Odor reduction rate in the confinement pig building by spraying various pit additives[J]. *Bioresource Technology*, 2008, 99(17): 8464-8469.
- [10] GODBOUT S, LEMAY S P, JONCAS R, et al. Oil sprinkling and dietary manipulation to reduce odour and gas emissions from swine buildings-laboratory scale experiment[C]//American Society of Agricultural and Biological Engineers. Livestock Environment VI: Proceedings of the 6th International Symposium, Louisville, Kentucky, USA, 2001: 1-12.
- [11] OUELLETTE C, LEMAY S, GODBOUT S, et al. Oil application to reduce dust and odour emissions from swine buildings[C]//The Canadian Society for Bioengineering/La Société Canadienne de Génie Agroalimentaire et de Bioingénierie, Annual Conference, Edmonton, Alberta, 2006: 1-23.
- [12] REIS M A M, ALMEIDA J S, LEMOS P C, et al. Effect of hydrogen sulfide on growth of sulfate reducing bacteria[J]. *Biotechnology and Bioengineering*, 1992, 40(5): 593-600.
- [13] ABRAM J W, NEDWELL D B. Inhibition of methanogenesis by sulfate reducing bacteria competing for transferred hydrogen[J]. *Archives of Microbiology*, 1978, 117(1): 89-92.
- [14] 任南琪, 王爱杰, 甄卫东. 厌氧处理构筑物中SRB的生态学[J]. *哈尔滨建筑大学学报*, 2001, 34(1): 39-44.

[15] KHANAL S K, HUANG J C. Effect of high influent sulfate on anaerobic wastewater treatment[J]. *Water Environment Research*, 2005, 77(7): 3037-3046.

(本文编辑: 曲娜, 郑晓梅, 张利田)

Control of malodorous gases in the temporary storage space of sewage by the masking agent of liquid silicone and polystyrene plastic foam beads

WANG Bo¹, ZHANG Zhiqiang¹, CHAI Shouning¹, DING Wentao¹, GUAN Wei², LU Jinsuo^{1*}

1. School of Environment, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an 710055, China

2. Xi'an Municipal Facilities Administration, Xi'an 710016, China

*Corresponding author, E-mail: lujinsuo@xauat.edu.cn

Abstract In order to control the adverse effect on the surrounding environment and people from the malodorous gas generated in the temporary storage space of sewage, a masking agent mainly composed of liquid silicone (LSR) and polystyrene plastic foam beads (EPS) was used to cover the surface of the sewage. This could increase the mass transfer resistance of H₂S in sewage to the gas phase and control the release of malodorous gas from sewage. In this study, the effects of the composition of the masking agent, the requirements for the ratio and the thickness of the layout, as well as the effect on the water quality of the lower water body, were determined. The results showed that a masking agent with the LSR + EPS carrier could prevent H₂S release, and the best effect occurred for the masking agent with translucent LSR + EPS carrier. When the mass ratio of translucent LSR and EPS carriers was 15~40, the tiling thickness was 0.1~0.5 cm, the best prevention effect was observed. The concentration of sulfide in the lower part of waterbody below the masking agent increased with the extension of residence time of the sewage. It will take a long time to reach the toxicity threshold if the SRB product (high H₂S concentration) was used to inhibit the microbes. The masking agent increases the mass transfer resistance of H₂S and helps to control the harm to the environment caused by the release of malodorous gases.

Keywords hydrogen sulfide; liquid silicone; polystyrene plastic foam beads; temporary storage space of sewage; gas-liquid interface; malodorous gases control