



文章栏目：“工业废水处理及资源化”暨环境水质学国家重点实验室30周年纪念专辑（二）

DOI 10.12030/j.cjee.201911052 中图分类号 X51 文献标识码 A

赵珊, 郭学彬, 杨晓芳, 等. 聚氨酯泡沫的改性及其在臭气治理中的应用[J]. 环境工程学报, 2020, 14(9): 2436-2442.
ZHAO Shan, GUO Xuebin, YANG Xiaofang, et al. Polyurethane foam modification and its application for odor treatment[J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2020, 14(9): 2436-2442.

聚氨酯泡沫的改性及其在臭气治理中的应用

赵珊^{1,2,3}, 郭学彬³, 杨晓芳^{1,2}, 王东升^{1,2,*}

1. 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100085
2. 中国科学院大学, 北京 100049
3. 北京城市排水集团有限责任公司科技研发中心, 北京 100124

第一作者: 赵珊(1981—), 女, 博士研究生。研究方向: 市政恶臭气体治理技术。E-mail: zhaoshan@bdc.cn

*通信作者: 王东升(1970—), 男, 博士, 研究员。研究方向: 环境水质学。E-mail: wgds@rcees.ac.cn

摘要 通过将不同类型的纤维添加到聚氨酯原始配方中进行发泡, 制得增强型聚氨酯泡沫, 将其作为除臭微生物生长载体, 用于生物除臭实验中。考察了不同类型的纤维的长度和数目对聚氨酯泡沫的压缩强度、抗湿热老化性能、保水率、挂膜量及其除臭效果的影响。结果表明: 3 mm 短玻璃纤维聚氨酯压缩性能、抗湿热老化性能和挂膜性能最佳, 其挂膜干物质达到 0.90 g; 甘蔗纤维聚氨酯吸水性能和挂膜能力较优, 但保水性能一般; 木质纤维聚氨酯的吸水性能和保水率最优。以短玻璃纤维聚氨酯为生物滤塔填料进行实验, 结果显示对高负荷区硫化氢和氨的平均去除率分别约为 94% 和 77%, 优于市售除臭填料, 具有良好的生物除臭应用前景。

关键词 硫化氢; 生物除臭; 玻璃纤维; 聚氨酯泡沫

大气污染的日益严重引起了中国政府及社会各界的广泛关注, 恶臭气体作为再生水厂建设和运行的主要副产物, 其治理技术越来越受到人们的关注。现有除臭技术主要有燃烧法、氧化法、吸收法等^[1], 相较于这些技术, 生物除臭技术作为一种经济高效、环境友好的技术, 在恶臭治理方面已得到了广泛的认可。该技术是利用微生物的生理代谢将具有臭味的物质加以转化, 使目标污染物有效分解, 从而达到治理恶臭气体的目的^[2-3]。

在生物除臭技术中, 采用多孔、比表面积大的聚氨酯泡沫填料作为除臭微生物生长载体可大大提高除臭效率^[4-6]。聚氨酯泡沫是一种密度小、开孔率高、泡孔尺寸可调的聚合物发泡材料^[7], 目前, 聚氨酯泡沫多应用在污水处理方面^[8-9], 而在恶臭气体治理方面应用相对较少。DANIEL 等^[10]将聚氨酯填料应用在生物滴滤器中去除高挥发性有机物 (VOCs)。张颖等^[11]利用其高吸附性能对大气中持久性有机污染物 (POPs) 进行吸附性研究。胡永彪等^[12]利用聚氨酯泡沫大气被动采样技术对北京部分区域进行了气体采集。为了提高除臭效果并使除臭微生物能在聚氨酯泡沫上更好地生长, 需对聚氨酯泡沫进行改性, 以增强其压缩强度、抗老化性能及良好的尺寸稳定性。最简单经济且有效的方法为将纤维材料作为其增强填料添加到聚氨酯原料中, 以制备增强型聚氨酯泡沫^[13-15]。国内外一些研究常采用玻璃纤维、甘蔗纤维和木质纤维对聚氨酯泡沫强度进行提高, 其增强效果

收稿日期: 2019-11-05; 录用日期: 2020-03-01

基金项目: 环境模拟与污染控制国家重点联合实验室(中国科学院生态环境研究中心)自由研究课题

已有许多报道^[16-19]。本研究制备了压缩强度高、抗老化性能强的玻璃纤维聚氨酯、甘蔗纤维聚氨酯和木质纤维聚氨酯，并将其应用到生物除臭滤塔中作为除臭微生物生长载体来进行生物除臭实验，研究可为聚氨酯泡沫在实际臭气治理工程中的推广应用提供参考。

1 制备工艺与实验方法

1.1 制备工艺

本研究采用一步法工艺^[20]制备聚氨酯泡沫，选用的纤维种类规格及制备工艺如表1和图1所示。在制备过程中，将不同长度的玻璃纤维和不同粒径的甘蔗纤维、木质纤维来对聚氨酯泡沫进行改性，研究其纤维规格对其性能变化的影响。可以看出，混料温度越高，体系黏度越低，反应时间越短，孔径越大，但温度过高会发生塌泡。其主要原因是：温度越高，各物料的反应活性越高，使反应加速，短时间内产生的反应热难以扩散，使混料体系温度更高，加速了发泡反应，凝胶反应相对较慢，造成泡孔塌陷。实验使用2种催化剂，一种为胺类催化剂，记为A；另一种为有机锡类催化剂，记为B。复配硅油以调控泡孔大小。

表1 改性聚氨酯泡沫添加纤维的种类和规格
Table 1 Type and specification of fiber in modified polyurethane foam

序号	玻璃纤维/mm	甘蔗纤维/mm	木质纤维/mm
0#	无添加	无添加	无添加
1#	3	0.85~1.00	0.85~1.00
2#	4.5	0.3~0.85	0.3~0.85
3#	6	0.18~0.3	0.18~0.3
4#	9	0.15~0.18	0.15~0.18
5#	12	0.106~0.15	0.106~0.15

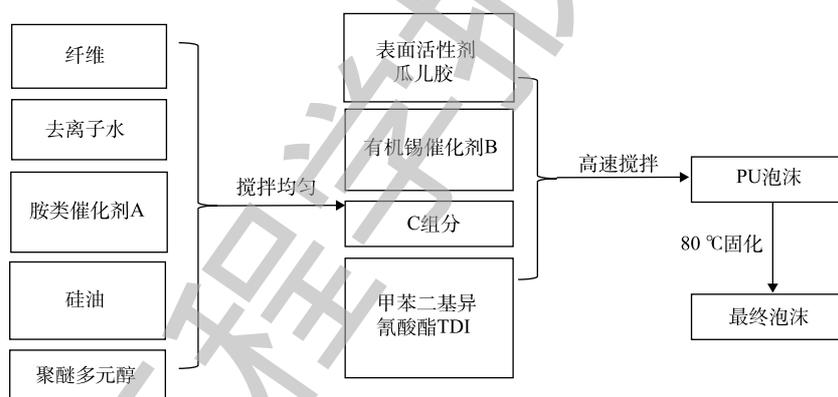


图1 改性型聚氨酯泡沫的制备工艺

Fig. 1 Preparation process of modified polyurethane foam

1.2 实验方法

在进行聚氨酯填料性能表征及泡沫填料的开、闭孔率表征时，将泡沫填料切成所要求的尺寸大小后，采用全自动真密度分析仪(UltraPyc 1200 e型，美国康塔仪器公司)，对聚氨酯泡沫填料材料的开、闭孔率进行测定。在进行压缩强度表征时，采用微机控制电子万能试验机(CMT 6104型，美特斯工业系统有限公司)，对聚氨酯泡沫进行压缩测试，测试标准为GB/T 8813-2008。将泡沫填料切成50 mm×50 mm×50 mm的立方体，压缩实验速率为厚度的10% (5 mm·min⁻¹)，压缩强度为泡沫填料相对形变为10%时的压缩力除以横截面的初始面积所得到的商。每组测量的泡沫填料试样个数不少于5个，取其平均值为泡沫填料的压缩强度。在进行湿热老化性能表征时，采用高低温湿热试验箱(BPHJS-500C型，上海一恒科技有限公司)对聚氨酯泡沫进行湿热老化测试，测试标准为GB/T 15905-1995。用人工加速老化实验的方法，在温度为(70±2)℃、湿度为(93±3)%条件下，分别放置4、8、22 d，而后再将试样取出进行力学性能测试和泡孔形态的观察，以表征泡

沫填料的湿热老化性能。

在进行保水率测定时,将聚氨酯泡沫填料切割成2 cm的立方体备用。取6个边长为2 cm的立方体聚氨酯泡沫填料置于60 ℃的烘箱中干燥0.5 h,后取出称重并记为 M_0 ,然后将聚氨酯泡沫填料装到塑料圆球中浸入纯净水中,待聚氨酯泡沫填料达到吸水饱和,取出后称重并记为 M_1 ,每隔0.5 h进行称重,以观察泡沫填料的失水速率及保水率情况。每组保水率实验测试3次,取平均数。保水率(Q)可由式(1)计算。

$$Q = \frac{M_1 - M_0}{M_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中: Q 为聚氨酯泡沫填料保水率; M_0 为初始聚氨酯泡沫填料质量,g; M_1 为吸水后的聚氨酯泡沫填料质量,g。

在进行挂膜量测定时,取6个边长为2 cm的立方体聚氨酯泡沫填料置于60 ℃的烘箱中干燥0.5 h,后取出称重并记为 M_0 ,然后将聚氨酯泡沫填料装到塑料圆球中放入到全流程生化池进行挂膜培养,挂膜周期为1个月。待挂膜成功后取出聚氨酯泡沫填料,将聚氨酯泡沫填料进行烘干,并称重记为 M_1 。每组挂膜实验测试3次,取平均数。挂膜质量(M)可由式(2)计算。

$$M = M_1 - M_0 \quad (2)$$

式中: M 为聚氨酯泡沫填料挂膜质量,g; M_0 为初始聚氨酯泡沫填料质量,g; M_1 为挂膜后的聚氨酯泡沫填料质量,g。

在进行除臭效果测定时,通过将聚氨酯泡沫作为生物滤塔填料来进行其除臭效果的研究^[21-22],除臭性能测试工艺流程如图2所示。生物滤塔反应器是内径0.2 m、柱高2 m的塔柱。将切割好的边长为2 cm的正方体聚氨酯泡沫填料放入生物滤塔中,以聚氨酯泡沫填料为载体来培养活性污泥中的微生物,并在滤柱上方喷淋营养物,利用微生物分解吸收特性来去除恶臭气体。以热水解污泥作为生物滤塔恶臭气体的气源,并进行曝气。由于热水解污泥中硫化氢含量较低,因此,高负荷区实验采用外加药剂方式以提高其浓度。装填的木质纤维聚氨酯填料有效柱高为0.6 m,风速约为 $0.044 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,气体在填料内停留时间约为15 s。填料上接种的微生物采用污水处理厂静沉30 min后的回流活性污泥,接种量为 $0.3 \text{ m}^3\cdot\text{m}^{-3}$,接种3次。

对生物滤塔装置进行气体调试后,对滤柱中恶臭气体的进口及出口浓度进行检测,根据检测数据分析该填料的除臭效果。硫化氢和氨的检测方法分别采用《居住区大气中硫化氢卫生检测标准方法 亚甲蓝分光光度法》(GB 11742-1989)和《环境空气和废气 氨的测定 纳氏试剂分光光度法》(HJ 533-2009)进行检测。

2 结果与分析

2.1 聚氨酯填料性能的表征

通过对改性聚氨酯泡沫填料开、闭孔率的测定,发现加入纤维后的改性聚氨酯泡沫填料均具有高达9%以上的开孔率。当玻璃纤维为3 mm时,聚氨酯泡沫具有高达96%的开孔率,KARTHIKEYAN等^[23-24]的研究结果也证实了这一点。当纤维长度较长时,泡沫的开孔率急剧下降。分析其原因:较短的纤维对发泡反应影响不大,纤维过长时,在高速搅拌的过程中容易发生缠结,影响发泡,

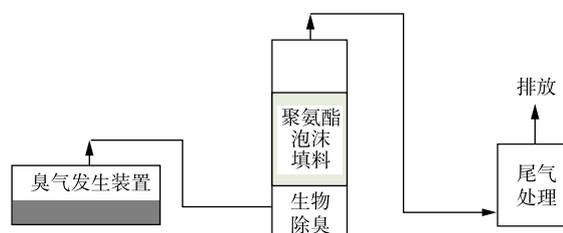


图2 改性聚氨酯泡沫除臭性能测试工艺流程图

Fig. 2 Flow chart of performance test of modified foam deodorization

导致发泡倍率低，甚至发生塌泡现象，导致开孔率大幅度下降。

通过对改性聚氨酯泡沫的压缩强度、湿热老化等性能进行表征，可以看出，当玻璃纤维较短时，所对应的压缩强度高，这与卢子兴等^[25]的研究结果是一致的。同时湿热老化后的改性聚氨酯泡沫压缩强度较高，且抗湿热老化性能较好。当甘蔗纤维粒径为 0.18~0.3 mm 时，所对应的填料密度较小，对泡孔结构影响较小且压缩强度最大；当甘蔗纤维粒径为 0.3~0.85 mm 时，聚氨酯填料在湿热老化后对应的压缩强度相比于其他粒径的甘蔗纤维较高，这说明其抗湿热老化性比其他的甘蔗纤维好。当木质纤维粒径为 0.3~0.85 mm 时，所对应的密度小且压缩强度达到最大；当木质粒径为 0.18~0.3 mm 时，聚氨酯填料在湿热老化后对应的压缩强度相比于其他的木质纤维高，这表明其抗湿热老化性能好。

综上所述，玻璃纤维对聚氨酯泡沫的压缩性能、抗湿热老化性能的增强效果优于甘蔗纤维和木质纤维，具有良好的应用前景，且短玻璃纤维对聚氨酯泡沫的增强效果和抗湿热老化效果最佳。

2.2 增强型聚氨酯泡沫保水率的研究

由图3可知，受到聚氨酯泡沫自身特点的影响，增强型聚氨酯泡沫的初始保水率均达到100%以上，能够为微生物提供良好的生存环境。随着放置于空气中时间的延长，填料的保水率开始下降。3.5 h后，木质纤维聚氨酯填料的保水率整体高于甘蔗纤维聚氨酯填料和玻璃纤维聚氨酯填料，特别是纤维粒径为 0.3~0.85 mm 和 0.18~0.3 mm 的木质纤维聚氨酯填料的保水率高达 140%，这表明木质纤维聚氨酯保水性能较好、失水较少；甘蔗纤维聚氨酯填料的保水率约为 80%，且不同粒径纤维对材料保水性能的影响较小，这表明甘蔗纤维聚氨酯保水性能一般；玻璃纤维聚氨酯填料的保水率为 45%~80%，这表明玻璃纤维聚氨酯保水性能不佳。

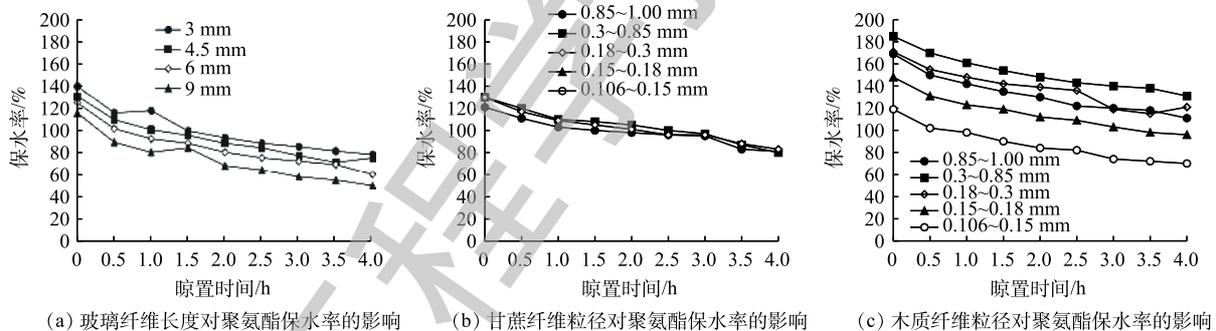


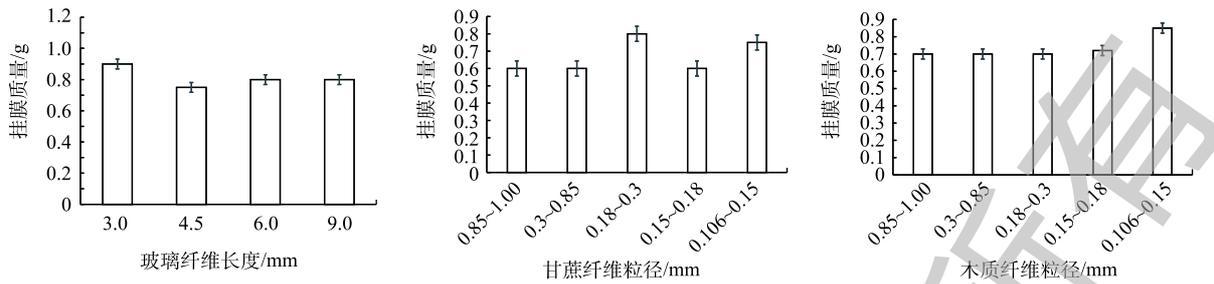
图3 改性聚氨酯泡沫保水性能

Fig. 3 Water retention Performance of modified polyurethane foam

传统生物除臭系统一般间歇喷淋循环液，喷淋的频率为 2~3 次·h⁻¹。本研究利用聚氨酯泡沫优异的保水性能，结合除臭工艺需要，将喷淋的频率减小到 1 次·h⁻¹，既可保证除臭效果，又可节省能耗。

2.3 增强型聚氨酯泡沫挂膜质量

由图4可知：在玻璃纤维聚氨酯填料中，3 mm 短玻璃纤维聚氨酯材料的挂膜性能最佳，挂膜干物质质量达到了 0.90 g；粒径为 0.18~0.3 mm 和 0.106~0.15 mm 的甘蔗纤维聚氨酯填料的挂膜能力优异，挂膜干物质质量分别达到 0.80 g 和 0.75 g；粒径为 0.15~0.18 mm 和 0.106~0.15 mm 的木质纤维聚氨酯填料的挂膜能力优异，挂膜干物质质量分别达到 0.75 g 和 0.85 g。聚氨酯填料的挂膜性能相对于炭质填料较优异，能充分发挥生物除臭的特性。



(a) 玻璃纤维长度对聚氨酯挂膜质量的影响 (b) 甘蔗纤维粒径对聚氨酯挂膜质量的影响 (c) 木质纤维粒径对聚氨酯挂膜质量的影响

图4 增强型聚氨酯泡沫挂膜性能

Fig. 4 Biofilm hanging performance of modified polyurethane foam

2.4 改性聚氨酯泡沫的除臭效果

上述研究结果表明，3 mm短玻璃纤维增强型聚氨酯泡沫的性能最为优异，可以此填料开展除臭效果的验证实验。在生物滤柱装填聚氨酯泡沫有效高度为0.6 m，风速约为 $0.044 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 时，气体在填料内停留时间约为15 s，用硫化氢溶液吸收法采样时间为30 min，测定3次，取平均值。生物滤柱对硫化氢的去除效果如表2所示。单位质量的聚氨酯泡沫在单位时间内能去除的硫物质随进气硫浓度的增加而增加，且去除率也同步增加。在进气硫浓度低负荷区、中负荷区和高负荷区的硫化氢去除率平均分别达到70%、81%和94%以上，并在高负荷区的硫化氢去除率和平均硫去除负荷要高于同技术条件下文献所报道的 H_2S 去除率90%^[26]和传统炭质填料的硫磺负荷量 $(0.25 \text{ g}\cdot(\text{kg}\cdot\text{d})^{-1})$ 。这可能是由于高负荷区的硫化氢含量充足，可为聚氨酯填料上的除臭微生物提供更丰富的营养物质，使得微生物活性提高，除臭效率增加。结果表明，在进气硫浓度较高的条件下，聚氨酯泡沫在恶臭气体治理方面具有明显的技术优势。

生物滤柱对氨的去除效果如表3所示。在进气氨浓度低负荷区、中负荷区和高负荷区的平均

表2 生物滴滤装置玻璃纤维增强填料去除硫化氢的效果

实验分组	进气浓度/ ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)	出气浓度/ ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)	去除率/ %	硫去除负荷/ ($\text{g}\cdot(\text{kg}\cdot\text{d})^{-1}$)	平均硫去除负荷/ ($\text{g}\cdot(\text{kg}\cdot\text{d})^{-1}$)
低负荷组	0.31	0.08	74.00	0.003 4	0.004 0
	0.34	0.11	68.00	0.003 4	
	0.40	0.10	75.00	0.004 5	
	0.41	0.14	66.00	0.004 0	
	0.47	0.15	68.00	0.004 8	
中负荷组	1.08	0.20	81.00	0.013 1	0.016 5
	1.19	0.26	78.00	0.013 8	
	1.23	0.17	86.00	0.015 8	
	1.56	0.32	79.00	0.018 4	
	1.76	0.31	82.00	0.021 5	
高负荷组	37.98	2.83	93.00	0.522 4	0.581 9
	39.80	2.44	94.00	0.555 2	
	40.19	2.91	93.00	0.554 0	
	42.37	1.34	97.00	0.609 7	
	48.05	3.10	94.00	0.668 0	

表3 生物滴滤装置玻璃纤维增强填料氨去除效果

实验分组	进气浓度/ ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)	出气浓度/ ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)	去除率/ %	平均去除率/%
低负荷组	2.84	1.70	40.00	45.68
	4.62	2.54	45.00	
	5.18	2.74	47.00	
	8.12	4.33	46.67	
	10.26	5.16	49.71	
中负荷组	25.78	8.75	66.06	71.51
	27.31	9.63	64.74	
	30.98	8.18	73.60	
	31.76	7.56	76.20	
	39.76	9.17	76.94	
高负荷组	61.26	12.54	79.53	77.05
	65.87	15.23	76.88	
	70.25	16.25	76.87	
	80.64	19.25	76.13	
	88.89	21.47	75.85	

去除率分别达到 45%、71% 和 77% 以上。氨去除率低于硫化氢的原因, 可能与微生物种群有关, 经检测, 循环喷淋液呈酸性, 有利于嗜酸菌, 而不利于硝化细菌的生长, 因此出现除硫化氢效果优于除氨效果的现象。

3 结论

1) 将不同规格的玻璃纤维、甘蔗纤维、木质纤维添加到聚氨酯中制备改性聚氨酯泡沫, 3 mm 玻璃纤维对聚氨酯压缩性能、抗湿热老化性能、挂膜性能的增强效果优于其他纤维, 具有良好的生物除臭应用前景。

2) 以 3 mm 玻璃纤维聚氨酯泡沫作为生物除臭填料进行除臭实验, 发现除臭效率随着臭气中硫化氢和氨的浓度的增加而提高, 在高负荷区平均去除率可达 94% 和 77% 以上。与传统炭质填料硫磺负荷量相比, 在进气硫浓度高时, 改性聚氨酯泡沫具有较明显的除臭效果。

3) 虽然 3 mm 玻纤改性聚氨酯泡沫具有较好的机械性能和除臭效果, 但在实验过程中, 存在随着时间的延长, 改性聚氨酯泡沫出现体积压缩的现象。并且由于聚氨酯泡沫自身密度较小、开孔率大, 易导致气体短流。这些特点可能会限制其工程化应用, 因此, 多种生物除臭填料的混用将是未来的研究重点。

4) 生物除臭填料的主要作用是为除臭微生物提供适宜生长的环境。改性聚氨酯泡沫具有比表面积大的优点, 可以承载更多的微生物, 因此, 微生物种群分析和定向诱导培养也是未来的研究重点。

参考文献

- [1] 郑斯宇, 杨延梅. 污水处理厂恶臭气体控制综述[J]. 给水排水, 2015, 51(s1): 109-114.
- [2] 倪立华, 周大同. 生物除臭技术在污水处理站臭气处理中的应用[J]. 粮食与食品工业, 2018, 25(5): 17-19.
- [3] 王文婷. 生物除臭法在恶臭气体治理中的应用[J]. 资源节约与环保, 2019(3): 69.
- [4] NGO H H, GUO W S, WEN X. Evaluation of a novel sponge-submerged membrane bioreactor (SSMBR) for sustainable water reclamation[J]. *Bioresour Technol*, 2008, 99(7): 2429-2435.
- [5] 王佩佩. 铁氧化物陶粒和聚氨酯泡沫填料生物滴滤塔处理CS₂实验研究[D]. 合肥: 合肥工业大学, 2016.
- [6] 贺娟. 纤维改性聚氨酯泡沫材料研究进展[C]//北京玻璃钢研究设计院有限公司. 玻璃钢/复合材料学术年会, 2012: 281-283.
- [7] 丁友江, 朱征, 安淑英, 等. 聚氨酯泡沫/木质纤维复合材料的制备及其性能初探[J]. 建筑节能, 2010, 38(11): 62-64.
- [8] 王蕾, 曹德菊, 张娟. 聚氨酯材料固定化微生物处理含酚废水的研究[J]. 安徽农学通报, 2008, 14(9): 59-60.
- [9] 王越, 李杰, 蒋小弟. I Carrier-RBC对低浓度有机污水的降解研究[J]. 广东化工, 2011, 38(9): 21-22.
- [10] DANIEL D, CHRISTINE W, FLORIAN W, et al. Prevention of clogging in a polyurethane foam packed biotrickling filter treating emissions of 2-butoxyethanol[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2018, 200(1): 609-621.
- [11] 张颖, 吕天峰, 梁宵, 等. 主动采样技术在中国大气POPs监测中的应用[J]. 中国环境监测, 2009, 25(1): 14-18.
- [12] 胡永彪, 李英明, 耿大玮, 等. 北京冬季大气中多溴联苯醚的污染水平和分布特征[J]. 中国环境科学, 2013, 33(1): 9-13.
- [13] 徐焯焕. 应用茶多酚开发抗菌除臭的聚氨酯泡沫[J]. 江苏化工, 2000, 1(9): 27-28.
- [14] COTGREAVE T, SHORTALL J B. Failure mechanisms in fiber reinforced rigid polyurethane foam[J]. *Journal of Cellular Plastics*, 1977, 13(4): 240-245.

- [15] 林桂, 刘力, 张建春, 等. 纤维增强聚合物发泡体的研究进展[J]. 中国塑料, 2002, 16(1): 11-15.
- [16] 徐涛, 王建华. 玻纤增强聚氨酯泡沫塑料界面形成特性及其力学性能的影响[J]. 含能材料, 2002, 10(2): 84-87.
- [17] 游长江, 谢青, 曾一铮, 等. 不饱和聚酯/热塑性聚氨酯/甘蔗纤维复合材料的结构与性能[J]. 高分子材料科学与工程, 2011, 27(6): 53-56.
- [18] 戴玉明, 巴志新, 王章忠. 木质素增强硬质聚氨酯泡沫塑料抗压性能研究[J]. 南京工程学院学报(自然科学版), 2005, 3(2): 22-26.
- [19] 罗霞, 俞科静, 王梦蕾, 等. 玻璃纤维增强聚氨酯泡沫的性能研究[J]. 化工新型材料, 2017, 45(7): 90-92.
- [20] 朱吕民, 刘益军. 聚氨酯泡沫塑料[M]. 3版. 北京: 化学工业出版社, 2005.
- [21] 陈雪泉. 生物滴滤和过滤技术降解含硫恶臭有机废气的研究[D]. 广州: 中国科学院研究生院(广州地球化学研究所), 2016.
- [22] 张丽, 张玉歌, 顾燕, 等. 生物滴滤塔在处理市政恶臭中的应用[J]. 广东化工, 2016, 43(16): 138-139.
- [23] KARTHIKEYAN C S, SANKARAN S, KUMAR M N J, et al. Processing and compressive strengths of syntactic foams with and without fibrous reinforcements[J]. *Journal of Applied Polymer Science*, 2001, 81(2): 405-411.
- [24] KARTHIKEYAN C S, SANKARAN S, KISHOR E. Influence of chopped strand fibres on the flexural behaviour of a syntactic foam core system[J]. *Polymer International*, 2000, 49(2): 158-162.
- [25] 卢子兴, 王建华, 谢若泽, 等. 增强聚氨酯泡沫塑料力学行为的研究[J]. 复合材料学报, 1999, 16(2): 40-46.
- [26] 吴建华, 邱信欣, 刘锋, 等. 生物滴滤塔处理硫化氢废气[J]. 化工环保, 2019, 39(3): 278-282.
- (本文编辑: 曲娜, 郑晓梅, 张利田)

Polyurethane foam modification and its application for odor treatment

ZHAO Shan^{1,2,3}, GUO Xuebin³, YANG Xiaofang^{1,2}, WANG Dongsheng^{1,2,*}

1. Research Center for Eco-Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100085, China

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

3. Beijing Drainage Group Research Center, Beijing 100124, China

*Corresponding author, E-mail: wgds@rcees.ac.cn

Abstract Polyurethane foam was prepared by adding different fibers into the polyurethane original formula for foaming, and it was used as carrier for deodorization microbial growth in the biological deodorization test. The effects of fiber length and number on the compression strength, hygrothermal aging resistance performance, water retention, biofilm amount and deodorization of polyurethane foam were studied. The results showed that polyurethane foam with 3 mm short glass fiber had the best performance on compression, hygrothermal aging resistance and biofilm hanging, and dry biofilm mass reached 0.90 g. Sugarcane fiber polyurethane had better water absorption performance and film hanging ability, but its water retention performance was general. Wood fiber polyurethane had the best water absorption and water retention performance. When polyurethane foam with short glass fiber was used as filler in a biological filtration tower, the average removal efficiencies of hydrogen sulfide and ammonia at high load zone were about 94% and 77%, respectively, which was better than the commercial deodorization filler, and has a good prospect of biological deodorization.

Keywords hydrogen sulfide; biological deodorization; glass fiber; polyurethane foam