

污水厂氯消毒尾水用作土壤除臭滤池喷淋水的研究

范志明¹, 刘玉安², 陈勇¹, 刘玉红¹

(1. 苏州工业园区清源华衍水务有限公司, 江苏 苏州 215021; 2. 江苏博恩环境工程成套设备有限公司, 江苏 南京 210019)

摘要: 苏州某污水处理厂实施了化学洗涤+土壤生物滤池的除臭工程,该工程拟以污水厂的氯消毒尾水作为土壤滤池的喷淋用水。由于尾水含有一定量的余氯,可能会影响土壤滤池内微生物的正常生长,进而影响除臭效果,为此研究了目标菌株 BN8、BN15、BS15 对次氯酸钠的耐受性,并检测了实际工程中土壤滤池在不同运行时间下的目标菌株数量,以及运行 90 d 的除臭效果。结果表明,试验条件下,当次氯酸钠投加量达到 5 mg/L 时对目标菌株的生长有一定影响,尤其对 BN15 的生长有一定抑制作用。在实际工程中,土壤滤池运行 30 d 后的目标菌株数量与稳定运行 1 年以上的在同一数量级;土壤滤池运行 90 d 后除臭效果较好,表明该工程使用氯消毒尾水进行绿化喷淋未对土壤滤池的微生物生长及除臭效果造成影响。

关键词: 污水处理厂尾水; 土壤生物滤池; 臭气处理; 加氯消毒

中图分类号: TU992.3 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)01-0131-04

Application of Chlorination Disinfection Tail Water as Soil Deodorization Biofilter Spray Water in Wastewater Treatment Plant

FAN Zhi-ming¹, LIU Yu-an², CHEN Yong¹, LIU Yu-hong¹

(1. Suzhou Industrial Park Qingyuan Hong Kong & China Water Co. Ltd., Suzhou 215021, China; 2. Jiangsu BOHN Environmental Engineering & Complete Equipment Co. Ltd., Nanjing 210019, China)

Abstract: Deodorization project of chemical cleaning + soil biofilter has been carried out in a wastewater treatment plant in Suzhou, where chlorination disinfection tail water is proposed to be used as spray water of the soil biofilter. Due to contain some residual chlorine, the tail water may affect the normal growth of microorganisms in the soil biofilter leading to reduction of the deodorization effect. Therefore, sensibility of target strains BN8, BN15 and BS15 to sodium hypochlorite was studied, and number of the target strains in soil biofilter of the project under different operation time was monitored, additionally, the deodorizing effect of soil biofilter after operating for 90 days was investigated. The results showed that 5 mg/L of sodium hypochlorite dosage had certain influence on the growth of target strains, especially on the growth of BN15. After 30 days' operation, quantity of the target strains in the soil biofilter was the same order of magnitude as that of the soil biofilter which stably operated for more than one year. After 90 days' operation, good deodorizing effect was achieved by the soil biofilter. All results showed that the chlorination disinfection tail water used as the greening spray water had no effect on the growth of microorganism and the deodorization performance of the soil biofilter in the project.

Key words: tail water of wastewater treatment plant; soil biofilter; odor treatment; chlorine disinfection

随着社会经济的持续发展和城市化进程的加快,原本位于城市偏远郊区的污水处理厂逐渐被居民区包围,而污水处理厂在运行过程中会产生较强的臭气^[1],对厂区周边大气环境产生一定的影响,臭气扰民情况时有发生。鉴于上述原因,苏州市某污水处理厂实施了除臭改造工程,该工程采用了化学洗涤+土壤生物滤池的两级除臭工艺,恶臭气体收集后经化学洗涤处理成低浓度臭气,然后通过布气装置均匀地分布到土壤生物滤池的底部,经过滤料的吸附、吸收以及微生物的分解实现对恶臭气体的净化,使其达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)中厂界(防护带边缘)二级标准。为保证厂区的环境优美,土壤滤池顶部种植有草坪和小型灌木,但滤料保水能力较弱,为保证植被正常生长,需要每天进行大量的喷淋浇灌。为节约用水、降低运行成本,该工程利用经次氯酸钠消毒的污水厂尾水作为土壤滤池的绿化喷淋用水,绿化喷淋出水中的余氯浓度在0.5 mg/L左右。由于次氯酸钠具有较强的杀菌作用^[2],若土壤生物滤池内的微生物被杀灭或者被抑制生长,将大大降低土壤滤池的除臭效果。鉴于此,笔者通过试验探究了目标菌株 BN8、BN15、BS15 对次氯酸钠的耐受性,再根据土壤滤池在不同运行时间条件下的微生物数量以及运行 90 d 后的除臭效果,探究污水厂加氯消毒尾水用作土壤生物滤池喷淋水的可靠性和安全性。

1 材料和方法

1.1 试验材料

试验用液体培养基成分为 0.15 g/L 的牛肉膏、0.5 g/L 的蛋白胨、0.25 g/L 的氯化钠、0.5 g/L 的琼脂,用 1 mol/L 的 NaOH 调节 pH 值到 7.0,在 121 °C 下高压灭菌 20 min,于 4 °C 下储存备用。试验用次氯酸钠为有效氯浓度 $\geq 10\%$ 的分析纯级试剂。

土壤生物滤池的滤料由无机矿物质滤料和生物土壤按 9:1 的体积比复配而成,为灰褐色颗粒,粒径为 1~3 mm,堆积密度为 980 kg/m³,孔隙率为 43%,主要成分为 SiO₂、CaCO₃、无机质等。

1.2 试验装置和方法

目标菌株耐受性试验:将次氯酸钠原液用蒸馏水稀释 10 倍,在 5 mL 培养基中分别加入 42.8、85.6、214.0 μ L 的次氯酸钠稀释溶液(即次氯酸钠投加量分别为 1、2、5 mg/L),然后按 1% 的接菌量接种到培养基中,放入摇床中培养 24 h(设定温度为

37 °C,转速为 180 r/min),每 1 h 取样一次,测定培养液的 OD₆₀₀ 值。每组设 3 个平行,并以不加次氯酸钠的试样作为对照。

土壤生物滤池的生物量检测:提取该工程中土壤生物滤池内距地表约 40 cm 的滤料样品进行微生物数量的检测,检测方法为 OD₆₀₀ 分光光度法配合平板稀释计数法。

除臭效果检测:选取该工程的污水预处理区、生物反应区及污泥处理区的各 1 组除臭系统,测定化学洗涤塔出口及土壤滤池下风向 1 m 处的 H₂S 和 NH₃ 浓度。其中, H₂S 浓度采用气相色谱法检测, NH₃ 浓度采用纳氏试剂分光光度法检测。

2 结果与讨论

试验中选取了 BN8、BN15、BS15 三种菌株进行研究。其中, BN8 为脱氮菌株编号,为硝化菌属,脱氮效果较佳; BN15 为脱氮脱硫菌株编号,为微杆菌属,在脱氮的同时可实现有效的脱硫; BS15 为脱硫菌株编号,为假单胞菌属,脱硫效果较佳。这三种菌株都是从稳定运行的土壤生物滤池中提取、培养及驯化而得,在滤料上都具有良好的挂膜效果,实际工程中作为新建土壤滤池的植入菌种。

2.1 不同菌株对次氯酸钠耐受性的分析

2.1.1 菌株 BN8 的生长情况

不同次氯酸钠投加量下菌株 BN8 的生长曲线如图 1 所示。

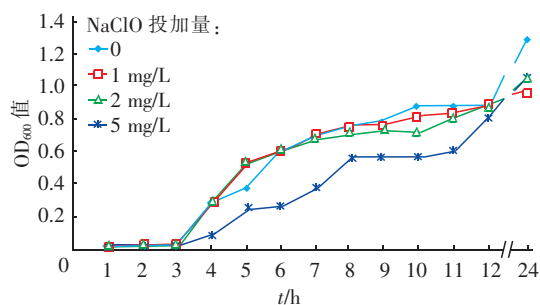


图1 不同次氯酸钠投加量下菌株 BN8 的生长曲线

Fig. 1 Growth curve of strain BN8 under different NaClO dosages

由图 1 可以看出,当次氯酸钠投加量较小(1、2 mg/L)时,菌株 BN8 的生长曲线与不投加次氯酸钠时的基本接近。当次氯酸钠投加量达到 5 mg/L 时,对菌株 BN8 在 3~11 h 期间的生长稍有影响,但到 12 h 以后,与其他投加量下的生长曲线基本接近。分析原因,次氯酸钠具有较强的氧化性,能与培养基

中的有机质发生反应,从而降低了次氯酸钠的杀菌性。当次氯酸钠投加量为 1、2 mg/L 时,培养液中余氯浓度很低,对菌株 BN8 的生长基本无影响;当次氯酸钠投加量达到 5 mg/L 时,培养液中含一定量的余氯,对菌株 BN8 的生长产生了一定的抑制作用,但随着培养时间的延长,对微生物的生长抑制作用逐渐减弱,微生物又逐渐恢复正常生长。

2.1.2 菌株 BS15 的生长情况

不同次氯酸钠投加量下菌株 BS15 的生长曲线见图 2。可知,次氯酸钠对 BS15 的生长略有影响,并且随着次氯酸钠投量的增加,影响程度略有增强。

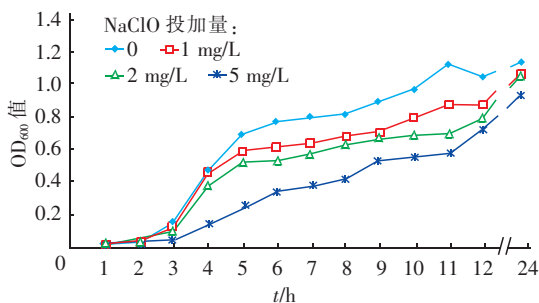


图 2 不同次氯酸钠投加量下菌株 BS15 的生长曲线

Fig. 2 Growth curve of strain BS15 under different NaClO dosages

2.1.3 菌株 BN15 的生长情况

不同次氯酸钠投加量下菌株 BN15 的生长曲线如图 3 所示。可以看出,当次氯酸钠投加量较小(1、2 mg/L)时,菌株 BN15 的生长曲线与不投加次氯酸钠时的基本接近,对菌株 BN15 的生长影响较小。当次氯酸钠投加量达到 5 mg/L 时,对菌株 BN15 在前 12 h 的生长抑制较强,但到 24 h 时,与其他工况下的生长曲线基本接近。

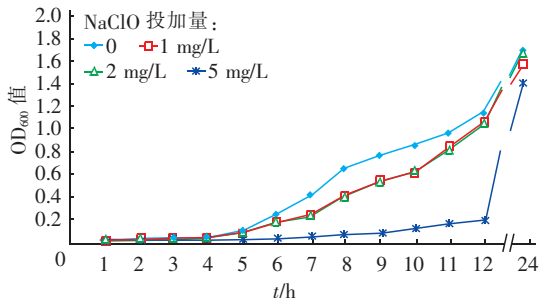


图 3 不同次氯酸钠投加量下菌株 BN15 的生长曲线

Fig. 3 Growth curve of strain BN15 under different NaClO dosages

2.2 土壤生物滤池内的微生物数量

由小试结果可知,次氯酸钠对目标菌株的生长

具有一定的影响。为检测加氯消毒尾水喷淋对实际土壤滤池内目标菌株生长的影响,实测了该除臭工程中土壤滤池在接种 BN8、BN15、BS15 三种菌株后,稳定运行 15、30 和 90 d 后的菌株数量。结果表明,15 d 后,菌株 BN8、BN15、BS15 的数量分别为 5×10^5 、 7×10^5 、 3×10^5 个/g;30 d 后,三种菌株的数量分别为 7×10^5 、 8×10^5 、 2×10^6 个/g;90 d 后,三种菌株的数量分别为 7×10^5 、 8×10^5 、 3×10^6 个/g。

将 15 d 与 30 d 的检测结果进行对比发现,BN8 和 BN15 的数量无明显变化,BS15 的数量增长了一个数量级,说明菌株 BN8、BN15 在 15 d 后生长基本稳定,而菌株 BS15 仍在增长。将 30 d 和 90 d 的检测结果进行对比发现,三种菌株的数量均无明显变化,说明三种菌株在 30 d 后生长均基本稳定。另外发现,运行 30 d 后三种菌株的数量与稳定运行 1 年以上的土壤生物滤池内的菌株数量处于同一数量级,说明加氯消毒尾水喷淋未对目标菌株的生长造成影响。分析原因,使用加氯尾水喷淋不会杀灭土壤滤池内的所有菌种,同时喷淋为间断运行,只要条件适宜微生物就能恢复正常生长。

2.3 土壤生物滤池的除臭效果

经过 3 个月工程试运行后,检测不同污水处理单元(污水预处理区、生物反应区及污泥处理区)的土壤滤池进、出口的 H_2S 和 NH_3 浓度,见表 1。可以看出,不同区域的土壤生物滤池对 H_2S 、 NH_3 的去除率均可达到 95% 以上,说明氯消毒尾水喷淋未对土壤滤池的除臭效果造成影响。

表 1 土壤生物滤池的除臭效果

Tab. 1 Deodorization effect of soil biofilter

项 目	污水预处理区		生物反应区		污泥处理区	
	H_2S	NH_3	H_2S	NH_3	H_2S	NH_3
滤池进口/ ($mg \cdot m^{-3}$)	17.42	11.239	7.42	6.890	16.77	13.602
滤池出口/ ($mg \cdot m^{-3}$)	未检出	0.013	未检出	0.280	未检出	0.012
去除率/%	100	99.88	100	95.94	100	99.91

3 结论与建议

① 小试结果表明,当培养基中的次氯酸钠投加量为 1、2 mg/L 时,对目标菌株 BN8、BN15、BS15 的生长基本无影响;当次氯酸钠投加量达到 5 mg/L 时,对三种目标菌株的生长有一定影响,尤其对 BN15 的生长有一定的抑制作用,但随着培养时间的延长,BN15 逐渐恢复正常生长。

② 该除臭工程的土壤生物滤池运行 30 d 后,其内部的 BN8、BN15、BS15 数量与实际稳定运行 1 年以上的土壤生物滤池处于同一数量级,说明使用氯消毒尾水喷淋未对土壤滤池中的微生物生长造成不利影响。另外,运行 90 d 后土壤滤池的除臭效果良好,表明该工程使用氯消毒尾水作为土壤滤池绿化喷淋用水不会对其除臭效果造成不利影响。

③ 按《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920—2002)的规定(接触 30 min 后总余氯 ≥ 1 mg/L,管网末端总余氯 ≥ 0.2 mg/L),在以污水厂氯消毒尾水作为土壤滤池绿化喷淋用水的工程中,为降低余氯对土壤滤池初期培菌的影响,增强初期除臭效果,可在土壤滤池填料施工完毕后、草坪铺设前,先在土壤滤池内植入菌株,培菌 15 d 左右再铺设草坪,用尾水喷淋浇灌。

参考文献:

- [1] 姚旭峰,董卫华,严国奇. 七格污水处理厂三期工程除臭系统运行维护[J]. 中国给水排水,2017,33(4):100

- 102.

- [2] 朱海涛,张富标,徐飏,等. 嘉兴市贯泾港水厂次氯酸钠消毒技术工程应用研究[J]. 中国给水排水,2017,33(6):39-42.



作者简介:范志明(1985—),男,江苏常熟人,硕士,工程师,从事污水处理厂运营和工程建设管理工作。

E-mail: fanzm@sz-hkew.com

收稿日期:2017-07-14

(上接第 130 页)

- [3] Hirsch R, Ternes T A, Haberer K, *et al.* Determination of antibiotics in different water compartments via liquid chromatography - electrospray tandem mass spectrometry[J]. J Chromatogr A, 1998, 815(2): 213-223.
- [4] Hirsch R, Ternes T A, Haberer K, *et al.* Occurrence of antibiotics in the aquatic environment[J]. Sci Total Environ, 1999, 225(1/2): 109-118.
- [5] Turiel E, Bordin G, Rodriguez A R. Determination of quinolones and fluoroquinolones in hospital sewage water by off-line and on-line solid-phase extraction procedures coupled to HPLC - UV[J]. J Sep Sci, 2005, 28(3): 257-267.
- [6] Sacher F, Lange F T, Brauch H J, *et al.* Pharmaceuticals in groundwaters: Analytical methods and results of a monitoring program in Baden-Wurtemberg, Germany[J]. J Chromatogr A, 2001, 938(1/2): 199-210.
- [7] Turiel E, Bordin G, Rodriguez A R. Trace enrichment of (fluoro) quinolone antibiotics in surface waters by solid-phase extraction and their determination by liquid chromatography - ultraviolet detection[J]. J Chromatogr A, 2003,

1008(2): 145-155.

- [8] 秦宏兵,顾海东. 超高效液相色谱-串联质谱法测定饮用水源水中磺胺类抗生素[J]. 中国环境监测, 2013, 29(1): 98-102.



作者简介:漆晴(1982—),女,江西宜春人,本科,工程师,从事水质检测与管理工作。

E-mail: qi.qing@towngas.com.cn

收稿日期:2017-07-05