

掺加草炭的地下渗滤系统处理生活污水

张 建¹, 黄 霞², 施汉昌², 胡洪营², 钱 易²

(1. 山东大学 环境科学与工程学院, 山东 济南 250100; 2. 清华大学 环境科学与工程系, 北京 100084)

摘 要: 在处理生活污水的地下渗滤系统内掺加 10 % 的草炭, 运行表明其后土壤的氧化环境得到很大改善, 使系统的启动时间由约 70 d 缩短到约 30 d, 对氨氮和总氮的平均去除率也由未掺加草炭时的 83 % 和 69 % 分别提高到 95 % 和 80 %, 不过它对总磷的去除效果影响不大。

关键词: 地下渗滤; 生活污水; 草炭

中图分类号: X703.1

文献标识码: C

文章编号: 1000 - 4602(2004)06 - 0041 - 03

地下渗滤工艺是一种人工强化的污水生态处理技术, 它不影响地面景观、投资少、运行费用低、管理简便、出水水质好等特点。近年来, 随着水资源短缺形势的日益严峻和污水再生回用研究的广泛开展, 该技术在国内外研究和应用中日益受到重视^[1~5]。但是, 现有地下渗滤技术的除氮效果较差, 而且系统的启动时间长达 2 个月以上, 这些不利因素限制了它的进一步推广应用。笔者以草炭作为掺加介质, 通过提高填充土壤的有机质含量和通气透水性能来缩短地下渗滤系统的启动时间, 并提高对氮的去除效果。

1 试验装置与方法

1.1 试验装置

地下渗滤系统的剖面如图 1 所示。

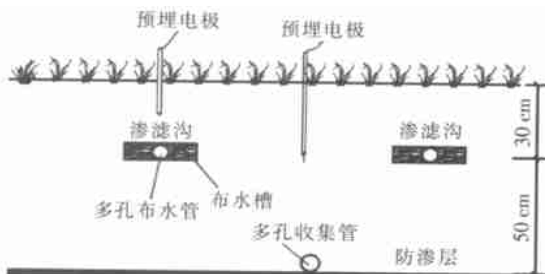


图 1 土壤渗滤装置的剖面图
生活污水经预沉池处理后由布水管流入布水槽

(底部不透水, 起承托渗滤沟土壤并使污水均匀分布的作用), 然后通过渗滤沟内土壤的毛细浸润作用呈非饱和流状态缓慢地扩散入周围土壤, 渗滤出水通过底部的多孔集水管收集后排出。试验装置的面积为 4.5 m², 地表种植多年生黑麦草。在渗滤沟内埋深为 5、15、25 cm 处和渗滤沟间埋深为 10、30、50、70 cm 处预埋铂电极, 以监测系统内部土壤氧化还原性质的变化。

1.2 试验方法

由于污染物质的去除主要在渗滤沟内完成, 因此将草炭主要掺加在系统渗滤沟内的土壤中。试验中共建设两套系统, 具体安排如表 1 所示。

表 1 试验条件

系统	草炭掺加量 (%)	水力负荷 (cm/d)	装置面积 (m ²)
1	0	4	4.5
2	10	4	4.5

系统 2 的渗滤沟内掺加了草炭后可使填充土壤的有机质含量达到约 5 %, 与当地菜园肥沃土壤的有机质含量相当。在系统 1 的建设过程中, 为了使撒播的黑麦草种子能够正常发芽生长, 向其地表土壤中也掺加了少量的草炭。

试验进水为昆明地区某村镇的生活污水: COD 平均浓度为 126 mg/L, 总氮平均浓度为 17 mg/L, 总磷平均浓度为 2.9 mg/L。两套系统连续运行

130 d, 试验过程中对系统的进、出水水质进行了监测, 监测项目包括 COD、氨氮、总氮和总磷, 分别采用重铬酸钾法、纳氏试剂分光光度法、过硫酸钾氧化—紫外分光光度法和钼锑抗分光光度法测定。

2 结果与讨论

2.1 对 COD 的去除效果

系统 1、2 对 COD 的去除效果见图 2。

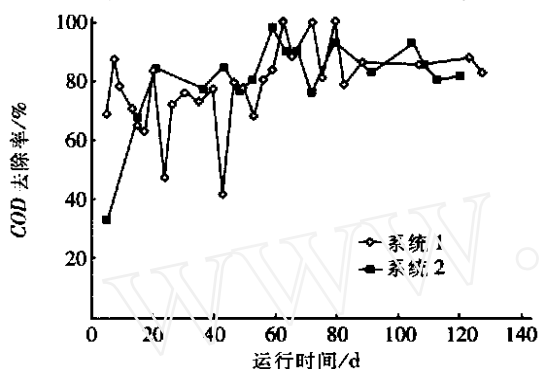


图 2 地下渗滤系统对 COD 的去除效果

由图 2 可知, 在前 60 d 内未掺加草炭的系统 1 对 COD 的去除效果很不稳定, COD 去除率在 40%~80% 之间波动, 其后对 COD 的去除效果趋于稳定, 去除率基本稳定在 80%~90% 之间。而对于掺加了 10% 草炭的系统 2, 在污水投配 20 d 后 COD 去除效果就基本达到稳定, COD 去除率为 80%~90%。

由此可见, 掺加草炭可大大缩短地下渗滤系统的启动时间, 但对稳定运行后的 COD 去除效果无明显改善作用。

2.2 对氮的去除效果

系统 1、2 对氨氮的去除效果见图 3。

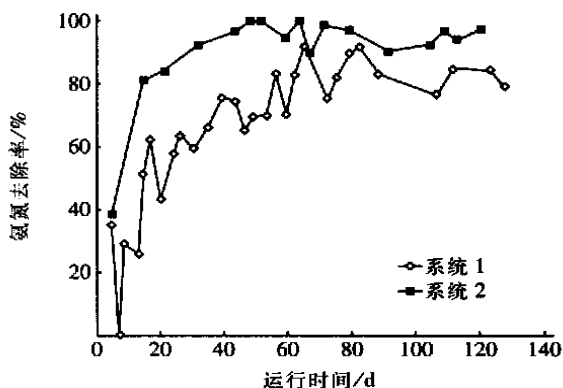


图 3 地下渗滤系统对氨氮的去除效果

由图 3 可知, 在污水投配初期系统 1 对氨氮的

去除效果很差, 在污水投配的第一个月内氨氮的去除率 < 50%, 其后随着污水投配时间的延长则氨氮去除率逐渐提高, 约 70 d 以后氨氮去除效果基本达到稳定 (平均去除率为 83%)。系统 2 在污水投配 20 d 后对氨氮的去除率即达到了 80% 以上, 污水投配 30 d 后氨氮去除率稳定在 90% 以上。

可见就氨氮的去除而言, 在渗滤沟内土壤中掺加草炭可以将系统的启动时间由 70 d 缩短到 30 d 左右, 而且掺加草炭也提高了土壤的通气性能并促进了土壤硝化反应 (运行稳定后的氨氮平均去除率由未掺加草炭时的 83% 提高到 95%)。

总氮去除效果和氨氮基本类似, 未掺加草炭的系统 1 需要大概 70 d 的时间才能获得较为稳定的总氮去除效果, 总氮平均去除率为 69%, 而掺加部分草炭后则只需约 30 d 的时间, 系统稳定运行以后的总氮去除率也提高到约 80%。

2.3 对总磷的去除效果

系统 1、2 对总磷的去除效果如图 4 所示。

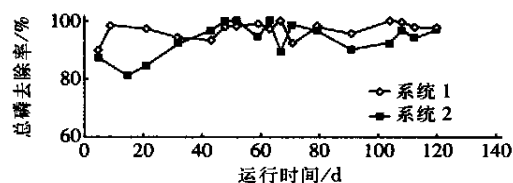


图 4 地下渗滤系统的总磷去除效果

由图 4 可知, 两套系统均在污水投配初期即达到了良好的总磷去除效果, 总磷去除率基本上均在 90% 以上。这是因为污水中的磷主要是依靠土壤颗粒的吸附固定作用去除的, 与土壤的通气透水性能关系不大, 所以在土壤中掺加草炭与否对总磷的去除效果影响很小。

2.4 土壤氧化还原环境分析

土壤氧化还原环境是影响土壤微生物活性的重要因素, 良好的土壤氧化环境有利于地下渗滤系统中微生物的生长繁殖和对污染物质的有效去除, 而土壤还原环境会抑制土壤微生物的活性, 不利于污染物的去除。土壤学中, 通常把氧化还原电位 (ORP) 作为反映土壤中氧化还原状况的一个综合性指标^[6]。研究中通过在土壤中预埋铂电极测定了两套系统中不同位置、不同土壤深度处的 ORP, 结果如表 2 所示。

表 2 ORP 值测定结果

电极预埋位置	埋深 (cm)	系统 1 的 ORP (mV)	系统 2 的 ORP (mV)
渗滤沟内	5	192	236
	15	115	181
	25	- 173	- 85
渗滤沟间	10	197	225
	30	153	182
	50	119	128
	70	68	72

由表 2 可知,系统 1 中渗滤沟内土壤的 ORP 值很低,特别是埋深 25 cm 处(靠近布水管),这说明此处的微生物活动强烈(大量耗氧),导致土壤呈现较为强烈的还原状态;地表附近土壤的 ORP 值较布水管处的高,这和地表气流及植物根系的传氧作用有关。

系统 2 中的土壤 ORP 值变化趋势和系统 1 的类似,但与系统 1 相比其各位置处的土壤 ORP 值均有所增加,尤以渗滤沟内土壤的 ORP 值增加幅度最大,这说明在渗滤沟内掺加了草炭以后土壤的氧化环境得到了很好的改善。

综上所述,在渗滤沟内土壤中掺加一定量的草炭可以有效地改善土壤的氧化环境,有利于提高微生物的污染物降解活性,促进了对污染物质的去除。

3 结论

在地下渗滤系统渗滤沟内的土壤中掺加 10 %的草炭可以将系统的启动时间由约 70 d 缩短

到约 30 d,对氨氮和总氮的平均去除率由未掺加草炭时的 83 %和 69 %分别提高到 95 %和 80 %,但掺加草炭对总磷的去除效果影响不大。

在渗滤沟内的土壤中掺加了草炭以后,系统内各位置处的土壤 ORP 值均有所增加,土壤的氧化环境得到了很好的改善。

参考文献:

[1] 高拯民,李宪法. 城市污水土地处理利用设计手册[M]. 北京:中国标准出版社,1991.

[2] 陈绍军,宋万,刘月. 地下渗滤中水回用技术的工艺设计[J]. 给水排水,1998,24(12):32 - 34.

[3] 田宁宁,杨丽萍,彭应登. 土壤毛细管渗滤处理生活污水[J]. 中国给水排水,2000,16(5):12 - 15.

[4] 张建,黄霞,魏杰,等. 地下渗滤污水处理系统的氮磷去除机理[J]. 中国环境科学,2002,22(5):438 - 441.

[5] Zhang Jian, Huang Xia, Liu Chaoxiang. Nitrogen removal enhanced by intermittent operation in subsurface wastewater infiltration system[J]. Chem Eng, 2002, 53:7 - 9.

[6] 南京土壤研究所. 土壤农化分析方法[M]. 北京:中国农业科学出版社,1999.

电话:(0531)8361568
E-mail: zhangjian00@tsinghua.org.cn
收稿日期:2004 - 01 - 12

·工程信息·

河南省汝州市生活垃圾处置场工程

该工程处置规模:260 t/d,处理工艺:填埋,投资额:4 971 万元。可行性研究报告编制单位:中国市政工程华北设计研究院,建设单位:汝州市环新固体废弃物处理有限公司,主管单位:汝州市环境卫生管理处。目前该工程正处于可行性研究阶段。

重庆市三峡库区污水处理厂工程(第二批)

该批建设的污水处理厂共 18 座,分别位于长江中下游的云阳、万州、忠县、涪陵、开县、武隆、渝北、巴南、江津等地,各污水处理厂的处理规模:(0.15~1) ×10⁴ m³/d,处理工艺:A²/O 或奥贝尔氧化沟,投资额:5 亿元,资金来源:国债。设计单位:中国市政工程华北设计研究院(设计三所、设计九所)。目前该工程正进行初步设计。

(中国市政工程华北设计研究院 韩志威 供稿)

