



蛭石在活性污泥法处理餐饮废水中的作用*

李建娜 胡曰利 吴晓芙

(中南林业科技大学 湖南株洲 412006)

摘 要 探讨了蛭石添加到活性污泥中来处理餐饮废水这一特殊水质时所起的作用。试验结果表明,蛭石活性污泥体系协同蛭石的吸附和污泥生化的作用,提高微生物的降解速率,缩短了污水在反应器中的停留时间。膨胀蛭石活性污泥体系在曝气 2 h 条件下出水 COD_{Cr} 浓度远远优于常规活性污泥体系曝气 5 h 后出水 COD_{Cr} 浓度。试验还表明,蛭石起到生物膜载体的作用,其与活性污泥结合成的絮体颗粒在改善污泥沉降性能,提高净化效果的同时,也增强了系统的稳定性。

关键词 餐饮废水 活性污泥 蛭石

Effect of Vermiculite in Restaurant Wastewater Treatment by Activated Sludge

LI Jian-na HU Yue-li WU Xiao-fu

(Central South Forestry University Zhuzhou, Hunan 412006)

Abstract Tests are conducted to investigate the effect of vermiculite in restaurant wastewater treatment by activated sludge. The results show that the activated sludge system added with vermiculite can enhance the COD_{Cr} removal rate and shorten HRT with its functions of absorption and bio- reaction. COD_{Cr} value of effluent after being treated for 2h by activated sludge system with dilatable- vermiculite is found to be far lower than that being treated for 5h by conventional activated sludge system. The results also show that vermiculite functions as biological membrane carrier and the flocculating particles combined with activated sludge can improve the setting characteristics of sludge, raise COD_{Cr} removal rate and strengthen the stability of the system.

Keywords restaurant wastewater activated sludge vermiculite

餐饮废水是一种高浓度有机废水,其成分极其复杂,主要有植物纤维、淀粉、糖、蛋白质、维生素、动植物油脂、各类作料和表面活性剂等。我国餐饮业正以每年 10%^[1,2] 以上的速度递增,餐饮废水的排放量也随之增多,而未经处理就排放的餐饮废水达上亿吨。由于该类废水有较高浓度的动植物油脂以及大量悬浮物,成为城市高浓度污染源。为减少餐饮废水对水环境的污染,急需对这部分废水进行处理。目前,活性污泥法被广泛应用于城市污水处理中,且具有成熟

的设计参数,但是餐饮废水排放的间歇性和不稳定性,给微生物带来较大的冲击性,使出水水质不稳定。

蛭石活性污泥法是在活性污泥中投加适量蛭石来处理废水的方法。近年来,新型填料——蛭石在水处理中的应用得到广泛研究,但用来处理餐饮废水,未曾见报道。本文通过试验初步探讨了蛭石强化活性污泥在餐饮废水处理中的应用,对常规活性污泥,原生蛭石强化活性污泥及膨胀蛭石强化活性污泥的处理效果进行了比较,并对其作用机理进行

了初步探讨。

1 试验材料及方法

1.1 试验材料

试验污水取自中南林学院学生食堂的洗槽水,每天中午在用水高峰期取水,水样静置 12 h 后,除去表层油脂,得试验用水。蛭石由河北灵寿县矿六厂提供,粒径为 20~40 目,活性污泥取自长沙市第二污水处理厂。

1.2 污泥驯化

将从污水处理厂取回的新鲜污泥投入到 10 L 的容器中,另加少量低浓度餐饮废水,进行连续曝气,以后每隔 12 h,取出 2 L 上清液,再补 2 L 餐饮废水,继续进行曝气,如此 7 天后出水水质清澈,污泥沉降性能良好,说明驯化成功。

分别取 2 L 驯化好的餐饮废水活性污泥置于 3 个有效容积为 2 L 的玻璃反应器中,其中 1 个投入 20 g 膨胀蛭石,1 个投入 20 g 原生蛭石,另 1 个不加任何填料,3 个装置在相同条件下进行曝气,每隔 12 h 停曝 1 h,从反应器中取出上清液,再补加餐饮废水至刻度线,驯化 7 d 后,蛭石与污泥结合成絮体泥粒,驯化成熟得膨胀蛭石活性污泥体系、原生蛭石活性污泥体系、常规活性污泥体系,开始用于试验。

1.3 试验装置

本试验所用反应器均为有效容积为 2 L 的玻璃容器,用逐步驯化成熟的膨胀蛭石活性污泥体系,原生蛭石活性污泥体系与常规活性污泥体系进行对比试验,在添加蛭石粒度为 20~40 目,投加量为 10 g/L 的情况下,考察蛭石添加到系统后对出水 COD_{Cr} 的净化效果。

1.4 分析方法

COD_{Cr} 用重铬酸钾滴定法测定。

2 结果与分析

2.1 蛭石对污泥降解速率的影响

用膨胀蛭石活性污泥,原生蛭石活性污泥与常规活性污泥在相同条件下进行不同曝气时间的试验,蛭石粒度为 20~40 目,用量为 10 g/L。对 3 个系统分别曝气 0.5 h,1 h,2 h,3 h,4 h,5 h,然后静置 30 min 后,取上清液测出水 COD_{Cr} 值。表 1 给出了不同曝气时间下 3 个体系对 COD_{Cr} 的脱除效果。

表 1 进水 COD_{Cr} 质量浓度为 844.68 mg/L

污泥类型	不同曝气时间后出水的 COD _{Cr} /(mg·L ⁻¹)					
	0.5 h	1 h	2 h	3 h	4 h	5 h
膨胀蛭石活性污泥	334.63	268.76	157.07	206.88	172.77	152.07
原生蛭石活性污泥	370.86	322.86	258.29	240.84	310.65	205.93
常规活性污泥	463.34	356.82	331.59	279.23	256.45	232.62

由表 1 可知,在曝气前 1 h 内,3 个体系的 COD_{Cr} 都出现较大的去除,膨胀蛭石活性污泥体系约为 68.18%,原生蛭石活性污泥体系约为 61.78%,常规活性污泥体系约为 57.76%。随曝气时间的继续延长,出水 COD_{Cr} 变化趋于平缓,3 个体系也出现分歧。膨胀蛭石活性污泥体系在曝气时间为 3 h 时,出水 COD_{Cr} 突然增大,然后又缓慢地减小;原生蛭石活性污泥体系在曝气时间为 4 h 时也出现类似的变化趋势;而常规活性污泥体系中出水 COD_{Cr} 则是一直缓慢地减小。说明在

活性污泥中引入蛭石后存在一个吸附—解吸的过程,由于膨胀蛭石的孔隙度与表面积远大于原生蛭石,吸附性能也优于原生蛭石,所以在时间上,膨胀蛭石很快达到吸附饱和,进而开始解吸,而原生蛭石与膨胀蛭石具有相同的性质,唯有吸附速率上的差别,试验表明其达到吸附饱和的时间刚好比膨胀蛭石推迟了 1 h。进水初期,蛭石活性污泥体系 COD_{Cr} 出现较大的去除率,这是由于蛭石污泥粒对进水有机物的强烈吸附,膨胀蛭石疏松的微孔结构,使得这种特征更明显,COD_{Cr} 去除率比常规活性污泥体系高出 10.43%,比原生蛭石活性污泥体系高 6.40%。蛭石的吸附与解吸加快了体系中微生物与有机物的接触,此外蛭石在曝气状态下混合流动,有助于保证体系良好的传质状态,从而加快了微生物对有机物的降解速率。试验表明,曝气 2 h 时,膨胀蛭石活性污泥体系出水 COD_{Cr} 远远优于常规活性污泥体系在曝气 5 h 后出水 COD_{Cr},可见在活性污泥中加入膨胀蛭石,可以大大缩短污水在反应器中的停留时间。由于蛭石的吸附是快速的,而微生物降解是缓慢的,适宜的曝气时间尤为重要,表 1 表明膨胀活性污泥体系适宜的曝气时间为 2 h。

2.2 蛭石对污泥沉降性能的影响

系统曝气 2 h 后,取 100 mL 混合液于 100 mL 量筒中,分别测定 15 min,30 min,45 min,60 min 时污泥的沉降体积。表 2 给出了蛭石对污泥沉降性能影响的结果(所得结果为多次试验的平均值)。

表 2 蛭石对污泥沉降性能的影响

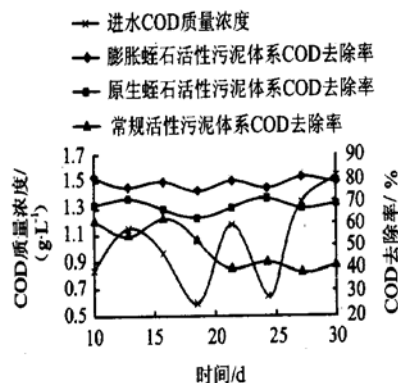
污泥种类	不同沉降时间后污泥的体积/mL			
	15 min	30 min	45 min	60 min
膨胀蛭石活性污泥	27.2	24.8	22.8	22.3
原生蛭石活性污泥	25.4	22.5	20.9	20.5
常规活性污泥	32.5	27.6	25.2	25.0

由上表可知,填加蛭石后活性污泥的沉降性能得到改善,沉降后污泥体积减小。分析原因,常规活性污泥的比重较小,曝气后沉降速度慢,使污泥浓度只能维持在较低水平。在常规活性污泥中加入蛭石后,污泥中的微生物在蛭石颗粒周围形成一层生物膜,该生物膜层与蛭石颗粒一起构成充满细孔的絮体结构,强烈的吸附作用,促进了絮体的凝聚,增加了污泥的比重,使沉降速度加快,缩短泥水分离时间,有利于提高污泥浓度,增大容积负荷,提高净化效果。由于原生蛭石的比重大于膨胀蛭石,原生蛭石活性污泥的沉降性能略好于膨胀蛭石活性污泥。

2.3 蛭石对系统稳定性的影响

改变进水浓度,模拟餐饮废水的波动性,考察 3 个体系对 COD_{Cr} 的净化效果,试验时曝气时间选择 2 h,系统稳定运行 10 d 后开始监测,持续 1 个月,图 1 是 3 个系统对 COD_{Cr} 去除率的曲线图。

如图 1 所示,进水 COD_{Cr} 质量浓度在 500~1 550 mg/L 之间无规律波动,由 3 体系 COD_{Cr} 去除率曲线可知,膨胀蛭石活性污泥体系处于良好的运行状态,处理效果持续稳定,去除率始终保持在 80% 左右;原生蛭石活性污泥体系也处于相对

图1 进水浓度对 COD_{Cr} 去除率的影响

稳定状态, COD_{Cr} 去除率在 60%~70% 之间波动, 去除效果比膨胀蛭石活性污泥体系差, 但优于常规活性污泥体系; 常规活性污泥体系随进水浓度的变化, 出现较大的波动, 随着运行时间的延续, 处理效果越来越差, COD_{Cr} 去除率由 60% 降到了 40%。这是由于忽高忽低波动式进水, 对微生物造成了负荷冲击, 以致降解效率降低, 但是填加蛭石填料的体系却能稳定运行。原因是, 当进水浓度过大时, 蛭石发挥生物膜载体的作用, 快速吸附一部分污染物质, 一定程度上降低了进水浓度, 缓解高负荷给微生物带来的压力; 当浓度低到一定限度时, 蛭石又会解吸一部分污染物质, 为周围微生物提供营养物质。蛭石就相当于微生物的有机营养库, 缓冲了进水浓度波动对微生物生理代谢的影响, 提高体系抗冲击负荷能力, 维持系统的稳定高效运行, 因此蛭石活性污泥体系适合于处理水质波动性较大的餐饮废水。

3 降解机理的探讨

试验表明在活性污泥体系中添加膨胀蛭石后, 出水水质有明显改善, 膨胀蛭石活性污泥体系曝气 2 h, 出水优于常规活性污泥体系曝气 5 h 后的出水水质。这与膨胀蛭石良好的吸附性是分不开的。在常规活性污泥体系中投加蛭石后, 它与污泥中悬浮的生物结合成蛭石污泥泥粒, 蛭石的吸附作用和污泥的生化作用相协同, 大大改善了体系对有机物的去除效率, 提高降解速度。膨胀蛭石巨大的表面积和其微孔结构使其具有良好的吸附性能, 该性能类似与活性炭。蛭石的吸附作用大部分是在微孔中进行的, 微孔决定了蛭石的吸附量, 当吸附达到饱和后, 由于浓度差的问题自然会出现解析现象。单纯的蛭石吸附能力是很有限的, 但是在活性污泥体系中加入蛭石后, 污泥中的微生物在蛭石颗粒周围形成一层生物膜, 该生物膜层与蛭石颗粒一起构成充满细孔的絮体结构, 蛭石的吸附作用使生物细胞的外酶和有机物在固体-液体面上浓缩, 造成局部空间的高氧化速率, 突破了原有浓度平衡的界限, 生物氧化作用又使蛭石表面不断得到再生。蛭石的生物再生以及最终代谢产物的吸附都是在整个泥粒絮体中进行的, 从而达到吸附解吸和生物再生的动态平衡。由于吸附是快速的, 而生物降解是缓慢的, 所以在曝气后期蛭石会出现解吸现象, 与实际情况相符。

4 小结

(1) 蛭石活性污泥体系协同蛭石的吸附和污泥生化的作用, 提高微生物的降解速率, 缩短了污水在反应器中的停留

时间。膨胀蛭石活性污泥体系在曝气 2 h 条件下出水 COD_{Cr} 浓度远远优于常规活性污泥体系曝气 5 h 后出水 COD_{Cr} 浓度, 但是蛭石活性污泥体系存在吸附-解析现象, 控制污水在体系中的停留时间十分重要, 试验表明, 对于膨胀蛭石污泥体系曝气 2 h 最佳。

(2) 蛭石的吸附作用促进了凝聚, 增加了污泥的比重, 改善污泥沉降性能, 使污泥沉降速度加快, 缩短泥水分离时间, 有利于提高污泥浓度, 增大容积负荷, 提高净化效果。

(3) 蛭石作为一种生物膜载体, 起到微生物有机养分缓冲库的作用。蛭石与微生物结合形成泥粒絮体, 协同蛭石的吸附作用和微生物的降解作用, 可以提高体系的抗冲击负荷能力, 增强系统的稳定性, 该性能尤其适合于餐饮废水波动性大的特性。

参考文献

- 1 郭扬善. 城市污水处理发展近况和问题. 给水排水, 1995, 21(12): 40-43
 - 2 张景丽, 劳与平, 等. UASB+AF-接触氧化联合工艺处理餐饮废水的试验. 天津城市建设学院学报, 2004, 10(1): 50-53.
 - 3 孙水裕, 刘鸿, 谢光炎, 等. 磁粉强化活性污泥法处理餐饮废水的研究. 环境污染与防治, 2003, 25(3): 170-172.
 - 4 刘勇, 王平, 胡曰利, 等. 蛭石在 SBR 系统中的应用研究. 环境科学与技术, 2005, 28(2): 90-91.
 - 5 温东辉. 天然沸石吸附-生物再生技术及其在滇池流域暴雨径流污染控制中的试验与机理研究. 北京: 中国环境科学出版社, 2003
- 作者简介 李建娜, 1980 年出生, 女, 汉, 河北保定人, 中南林业科技大学在读研究生, 主要研究方向为水污染控制与治理。

(收稿日期: 2006-03-13)

防骨刺多做“力量运动”

运动锻炼是预防和减轻骨刺症状的有效手段, 最好的锻炼频率和长度是每周 3 到 4 次, 每次 40~60 min。锻炼的方式因人而异。

颈部:转头。最好采用坐姿, 或者有一个稳定的物体可以扶着或依靠。动作很简单, 就是在保持上体正直的情况下, 将头向左、右倒, 应感到颈部肌肉被拉伸。重复 12 次后, 头再向前、后活动, 做 12 次。

肩关节:俯身飞鸟。锻炼部位是肩部的三角肌。练习时坐在椅子上, 上体微微前倾, 双手握哑铃, 重量以每组可以坚持 12~14 次为宜, 对肩关节不能吃力的人, 徒手也可以。起始时手臂自然下垂, 动作过程是上体保持不动, 不要曲肘, 两臂以肩为轴缓慢在体侧抬起至与肩平, 再缓慢降低至起始姿态。

腰背部:抬臂举腿。这个动作的锻炼部位比较多, 包括背部、臀部等, 而且还能锻炼平衡能力。练习时跪在垫子上, 起始时以双手双膝着地。动作过程先同时慢慢抬起和伸直左臂和右腿到最高点, 仅仅用右手和左膝支撑身体, 再缓慢还原至起始姿态, 然后交换为举右臂和左腿。

膝关节:下蹲。动作开始时身体站直, 两脚分开与肩同宽, 脚尖向正前方, 徒手或握哑铃。动作过程就是身体前倾同时屈膝, 慢慢蹲下, 再缓慢站直回到直立状态。