

试验研究

用膜生物反应器降解较高浓度氨氮的研究

原红, 洪华生, 熊小京

(厦门大学环境科学与工程系, 福建 厦门 361005)

[摘要] 采用一体式浸没膜生物反应器, 在连续、曝气和 100 mg/L 氨氮的条件下驯化活性污泥, 发现驯化污泥对氨氮的硝化去除率可稳定在 30%~50%, 同时对有机物的降解率也都在 80% 以上; 通过对比发现污泥的硝化和有机物降解作用之间有着相互抑制的关系。对比实验也证明, 硝化过程产生的大量 H^+ 将降低体系的 pH, 使其稳定在 5.4 左右。而从 3 个月的运行实验看, KUBOTA 的平板膜有着很好的耐污染性能, 且清洗措施简单易行。

[关键词] 氨氮; 膜生物反应器; 降解

[中图分类号] X703.1 [文献标识码] B [文章编号] 1005-829X(2003)04-0028-03

Degradation behavior of high-strength ammonium under continued membrane bioreactor

Ding Yuanhong, Hong Huasheng, Xiong Xiaojing

(Department of Environmental Science and Engineering, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

Abstract: The behavior of COD_{Mn} and $NH_4^+ - N$ removal under the fairly high-strength ammonium and continuous operation conditions are investigated by a submerged MBR. The membrane supplied from KUBOTA Lit. shows better stability in filtration during the long period of operation. The removal efficiency of COD_{Mn} reaches over 80%, but that of $NH_4^+ - N$ is not over 50%. This findings may be largely responsible for the relatively lower pH value of the sludge, it is necessary to keep pH at a certain level to guarantee the nitrification activity of the sludge effectively.

Key words: high-strength ammonium; membrane bioreactor; degradation

由于垃圾渗滤液中的有机物、无机物和重金属等组分的含量随着垃圾的年龄、固体类别等因素的不同变化很大, 有效地处理垃圾渗滤液是非常不容易的。其中, 高浓度的氨氮被认为是垃圾渗滤液的特征组分之一, 由于它对微生物酶活性的抑制和毒害, 对传统的活性污泥处理流程影响很大, 因此在垃圾渗滤液的处理流程中有的设置专门的除氮工艺。例如用化学沉淀等方法来大幅度地降低氨氮的浓度, 以尽可能降低氨氮对后续生物处理过程的抑制作用。而这些物理化学处理工艺虽然不受水质、水量的影响, 但成本较高, 污泥排放量大, 在有效地去除 COD 的同时, 氨氮很难降低到 100 mg/L 以下^[1]。

在较高浓度氨氮条件下驯化活性污泥, 将逐渐提高硝化菌在微生物群中所占的比重, 从而提高氨氮的去除率。同时污泥中占绝对优势的有机物降解菌群的耐氨氮抑制能力也将得到提高^[2, 3]。

实验采用一体式浸没膜生物反应器, 在连续曝

气条件下, 研究 100 mg/L 左右氨氮的硝化特性。膜片采用日本 KUBOTA 的有机高分子平板膜, 孔径 0.2 μm , 最大膜通量 0.8 $m^3/(m^2 \cdot d)$ 。活性污泥取自厦门市污水处理厂; 实验用水采用人工配制废水, 装置运行启动 13 d 后, 氨氮质量浓度保持 100 mg/L, 葡萄糖 300~900 mg/L, 外加微量元素。

1 实验装置和参数

实验反应装置如图 1 所示。反应器有效容积 48 L; 实验参数: HRT 24 h, MLSS 1.50~3.28 g/L, $COD_{Mn} > 100$ mg/L, DO 5.0~5.8 mg/L, pH 5.6

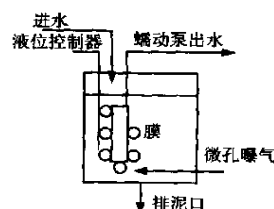


图 1 MBR 反应装置

~ 6.5, 温度为 17~ 28 °C, 出水流量 0.1 m³/(m²·d)。

2 分析方法

氨氮用靛酚蓝分光光度法测定;亚硝氮用萘二胺分光光度法测定;硝氮用紫外分光光度法测定;COD_{Mn}用高锰酸钾法测定;pH和DO等采用便携式测定仪测定。

3 结果和讨论

3.1 氨氮

从 2001 年 9 月 24 日开始膜生物反应器运行实验,先经过 20 mg/L 氨氮的适应阶段,然后从 2001 年 10 月 6 日开始,将进水氨氮的质量浓度稳定在 100 mg/L,经过近 3 个月的驯化,在不对 pH 进行特殊控制的条件下,硝化菌对氨氮的去除率可稳定在 30%~50%。

由于氨氮的硝化,将产生大量的 H⁺,如果对 pH 不进行控制,出水的 pH 将稳定在 5.4 左右。较低的 pH 对高浓度的氨氮降解有着强烈的抑制作用。一方面,氨氮硝化的适宜 pH 为 6.5~8.5,而反应体系的 pH 太低,不能满足要求;另一方面,好氧环境中氨氮的持续硝化又不断地产生 H⁺,这些 H⁺ 没有被及时地排出反应体系,便对氨氮的硝化形成了强烈的抑制作用。

氨氮去除率对比实验结果如表 1 所示。滴加 NaOH 溶液,一方面可以不断地将产生的 H⁺ 中和,从而促进硝化过程;另一方面,由于 MBR 的有效容积是 48 L,装置条件非常接近中试,投加原水中的硫酸铵质量浓度高达 500 mg/L 时,它对 OH⁻ 有着巨大的缓冲能力,通过滴加 NaOH 溶液的办法很难及时调节体系的 pH。

表 1 氨氮的去除率

时间/h	pH		
	SBR ₁ (不调节)	SBR ₂ (调节)	连续 MBR(不调节)
0	5.42	9.57	5.43
14	6.59	7.50	5.48
24	5.23	6.81	5.21
36	5.22	6.47	5.59
41	5.20	6.64	5.56
氨氮的去除率/%	11.92	52.94	15.91

3.2 亚硝氮和硝氮

膜生物反应器中氨氮转化形式如图 2 所示。由图 2 可以看出,出水中可以检出大量的亚硝氮和硝氮,二者的浓度保持相同的变化趋势,其比值大约为 2.81,由此可以说明,氨氮除了被生物利用和空气吹脱以外,很明显地转化为亚硝氮和硝氮,在连续曝

气的 MBR 中,大约有 1/3 生成的亚硝氮被同时转化为硝氮,而亚硝氮一直维持在较高的水平,也说明驯化的微生物群体已经可以适应剧烈变动的环境。在好氧、连续的 MBR 条件下,可以看出,在氨氮氧化的两个重要阶段:亚硝化和硝化中,亚硝化为主要的氧化过程。也表明在反应体系中,亚硝化菌 *nitrosomonas* 较硝化菌 *nitrobactor* 更占优势,它对氨氮去除作用的贡献是主要的。

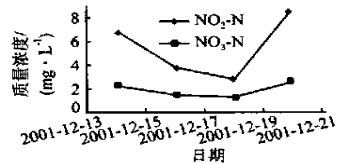


图 2 膜生物反应器中氨氮的转化形式

3.3 COD_{Mn}和 NH₄⁺-N 的去除率

COD_{Mn}和 NH₄⁺-N 的去除率如图 3 所示。由图 3 可以看出,硝化菌在活性污泥中占据一定的优势,但其他有机物降解菌仍然可以很好降解废水中的有机物,在稳定阶段, COD_{Mn} 的去除率稳定在 80%~95% 左右。氨氮和 COD_{Mn} 的去除率有着相反的变化趋势关系,由此可以推测,在驯化活性污泥中,硝化菌作为特性降解菌的优势地位是不断变化的,因为水体中有机物含量丰富,它时刻受到占绝对优势地位的有机物降解菌的挑战。表现上表现为硝化作用对有机物降解作用的相互抑制。

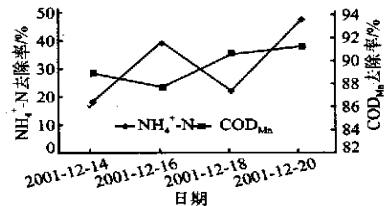


图 3 COD_{Mn}和 NH₄⁺-N 的去除效果

3.4 无机磷去除效果

无机磷(以 PO₄³⁻ 计)去除效果如图 4 所示。从图 4 中可以看出,在曝气连续的 MBR 条件下,去磷效果很不明显。

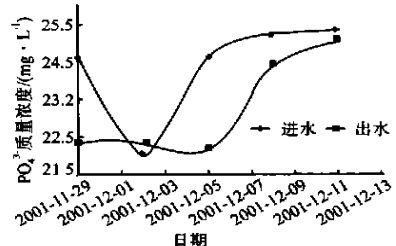


图 4 膜生物反应器对磷的去除效果

壳聚糖对废水中 Cu^{2+} 的吸附研究

李琼¹, 余燕平², 王振东³

(1. 上海应用技术学院, 上海 200433; 2. 东华大学, 上海 200051; 3. 武汉科技学院, 湖北武汉 430073)

[摘要] 研究了壳聚糖对 Cu^{2+} 的吸附特性, 考察了 Cu^{2+} 的浓度、壳聚糖用量、吸附时间以及体系 pH 等不同的吸附条件下, 壳聚糖对废水中 Cu^{2+} 的吸附效果。当质量分数为 0.8% 的壳聚糖的用量为 0.4 mL, 吸附时间为 30 min, pH 为 5.5~6.5 时, 对 Cu^{2+} 浓度为 0.1×10^{-3} mol/L 的去除率可达 98.3%。

[关键词] 壳聚糖; 废水处理; 铜离子

[中图分类号] X703; TQ424.3 [文献标识码] A [文章编号] 1005-829X(2003)04-0030-03

Adsorption of copper(II) from wastewater by chitosan

Li Qiong¹, Yu Yanping², Wang Zhendong³

(1. Shanghai Institute of Technology, Shanghai 200433, China; 2. Donghua University, Shanghai 200051, China; 3. Wuhan Institute of Science and Technology, Wuhan 430073, China)

Abstract: A new product called "chitosan" is used to remove copper(II) from wastewater. The effects of pH, the dosage of chitosan and copper(II) concentration are studied. It shows that pH 5.5~6.5 is the optimal range of adsorption, when the concentration of copper(II) is 0.1×10^{-3} mol/L, the dosage of 0.8% chitosan is 0.4 mL, the adsorption time is 30 min, pH is 5.5~6.5, the adsorption rate can mostly reach 98.3%.

Key words: chitosan; adsorption; wastewater treatment; copper(II)

甲壳素[(1,4)-2-乙酰胺基-2-脱氧-β-D-葡聚糖]又名几丁质,是一种天然生物高分子聚合物,广泛存在于蟹、虾壳中,是自然界中最丰富的天然高分子化合物之一,而甲壳素经脱乙酰化处理的产物——壳聚糖[(1,4)-2-氨基-2-脱氧-β-D-葡聚糖],是甲壳素最重要的衍生物^[1]。由于

其分子结构中大量游离氨基的存在,具有一些独特的物化性质及生理功能,因而在医药、食品、化妆品、农业及环保诸方面具有广阔的应用前景^[2]。

壳聚糖对环境友好,人们越来越多地利用壳聚糖的这些特性,开发许多用途。随着近年来大量基础及应用研究的进行,甲壳素及其衍生物已在化工、

4 结论

(1) 硝化菌是增殖缓慢,而且极易随污泥流失的降解菌群,利用 MBR 的微滤膜对活性污泥和微生物的高效截留作用,可以实现硝化菌的富集驯化,避免一般活性污泥流程对降解微生物的流失,从而实现对较高浓度氨氮的有效降解作用。

(2) 对含较高浓度氨氮的渗滤液或废水,如果考虑采用驯化 MBR 降解,在有效去除有机物的同时,大约可以同时去除其中约 50% 的氨氮。而处理水将变成有机物含量贫瘠的中等浓度的氨氮废水,可以继续通过物化方法去除氨氮。

(3) KUBOTA 的平板膜在采用错流膜过滤的条件下,污染较轻,清洗措施简单易行。从 2001 年 9 月 24 日开始运行,至 2001 年 10 月 19 日,第一次膜清洗,间隔 25 d,以后大约每隔 45 d 清洗一次,直接

用清水和细海绵擦拭就可以将附着其上的污泥清洗干净。

[参考文献]

- [1] Turgut T Onay, Frederick G Pohland. In Situ nitrogen management in controlled bioreactor landfill[J]. Wat. Res., 1998, 32(5): 1 383 ~ 1 392
- [2] Sinkir O, Thirsing C, Harremoes P, et al. Running in of the nitrification process with and without inoculation of adapted sludge[J]. Wat. Sci. Tech., 1996, 34: 261- 268
- [3] Xiong X J, Hireta M, Takashi H, et al. Analysis of acclimation behavior against nitrification inhibitors in activated sludge processes [J]. Journal of Fermentation and Bioengineering, 1998, 86(2): 207 - 214

[作者简介] 丁原红(1970—), 厦门大学在读博士研究生。电话: 0592-2181338, 手机: 013515965571。

[收稿日期] 2002-08-20